
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2010/2011 Academic Session

April/May 2011

EMC322/3 – Automatic Control
[Kawalan Automatik]

Duration :3 hours
[Masa : 3 jam]

INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:

ARAHAN KEPADA CALON:

Please check that this paper contains **SEVEN (7)** printed pages and **SIX (6)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **TUJUH(7)** mukasurat bercetak dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer all questions 1 to 4 and answer either question 5 or 6.

Jawab semua soalan 1 hingga 4 dan jawab salah satu soalan 5 atau 6.

You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.

*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin from a new page. Show the working clearly for answers involving calculations.

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru. Tunjukkan jalan kerja dengan jelas bagi jawapan yang melibatkan kiraan.

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunapakai.

- Q1. [a]** A spring used in an automobile shock absorber develops a force f represented by the relation $f = kx^4$, where x is the displacement of the spring. Determine a linear model for the spring when $x_0 = 1$.

Sebuah pegas yang diguna dalam sebuah penyerap kejutan kereta menghasilkan satu daya f yang diwakili oleh hubungan $f = kx^4$, di mana x adalah anjakan pegas. Tentukan satu model lurus bagi pegas tersebut apabila $x_0 = 1$.

(20 marks/markah)

- [b]** A high precision positioning slide is shown in Figure Q1[b]. The governing differential equation for spring is $dF/dt = kv_{21}$, for mass is $F = Mdv_2/dt$, and for friction is $F = bv_{12}$. Determine the transfer function $X_p(s)/X_{in}(s)$ when the drive shaft friction is $b_d = 0.7$, the drive shaft spring constant is $k_d = 2$, carriage mass is $m_c = 1$, and the sliding friction is $b_s = 0.8$.

Sebuah peluncur kedudukan persis ditunjukkan dalam Rajah S1[b]. Persamaan pembezaan taklukan bagi pegas adalah $dF/dt = kv_{21}$, bagi jisim adalah $F = Mdv_2/dt$, dan bagi geseran adalah $F = bv_{12}$. Tentukan rangkap pindah $X_p(s)/X_{in}(s)$ apabila geseran aci pacu adalah $b_d = 0.7$, pemalar pegas aci pacu adalah $k_d = 2$, jisim pengangkut adalah $m_c = 1$, dan geseran meluncur adalah $b_s = 0.8$.

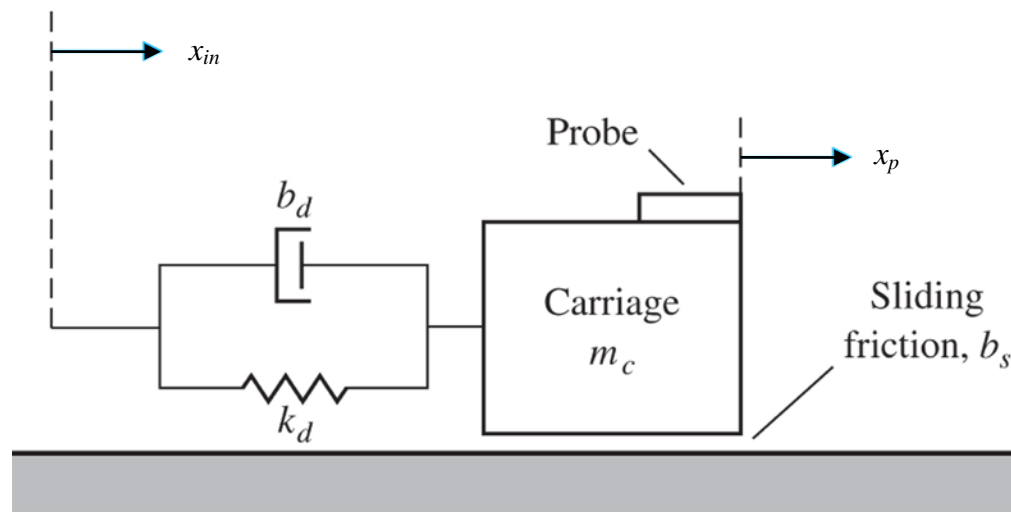


Figure Q1[b]
Rajah S1[b]

(30 marks/markah)

- [c]** Determine the partial fraction expansion and find the inverse Laplace transform of a system response which is represented by the equation

Tentukan pengembangan pecahan separa dan dapatkan penjelmaan Laplace songsang bagi satu sambutan sistem yang diwakili oleh persamaan

$$Y(s) = 400/(s^2 + 8s + 400)$$

(30 marks/markah)

- [d] The block diagram of a system is shown in Figure Q1[d]. Determine the transfer function $Y(s)/R(s)$.

Gambarajah blok bagi satu sistem ditunjukkan dalam Rajah S1[d]. Tentukan rangkap pindah $Y(s)/R(s)$.

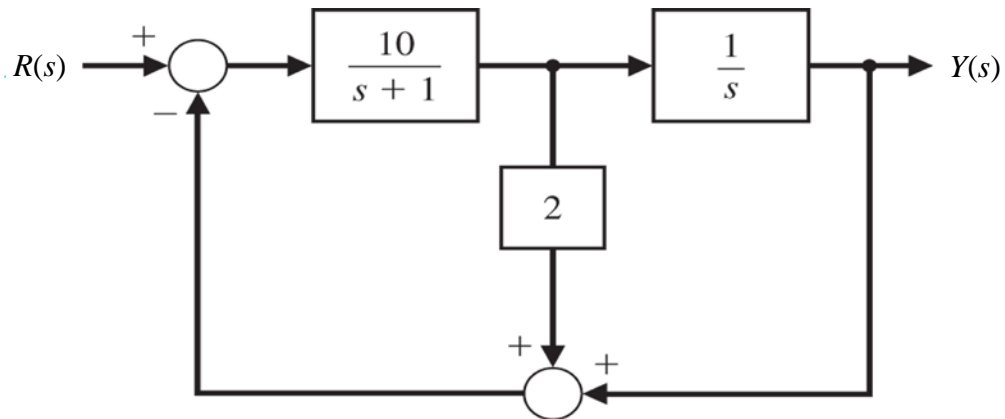


Figure Q1[d]
Rajah S1[d]

(20 marks/markah)

- Q2. Consider the unity feedback system shown in Figure Q2. The system has two parameters, the controller gain K and the constant K_1 in the process.

Pertimbangkan sistem suap-balik seunit ditunjukkan dalam Rajah S2. Sistem tersebut mempunyai dua parameter, gandaan pengawal K dan pemalar K_1 dalam prosesnya.

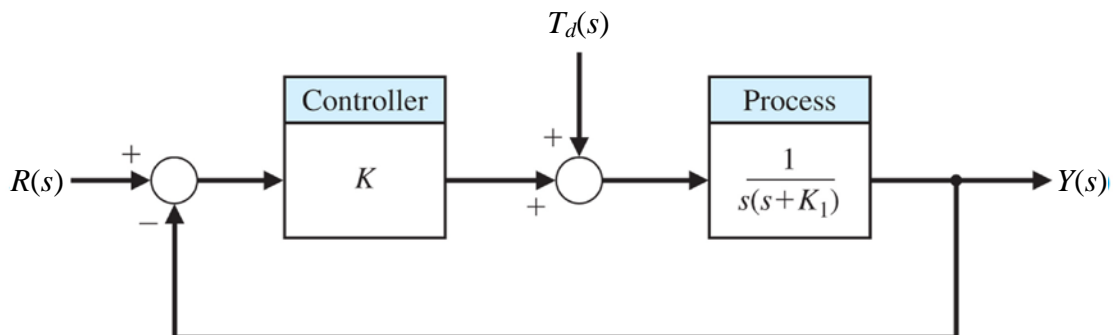


Figure Q2
Rajah S2

- [a] Find the sensitivity of the close loop transfer function to changes in K_1 .

Dapatkan kepekaan rangkap pindah gelung tertutup terhadap perubahan dalam K_1 .

(30 marks/markah)

- [b] How would you select a value for K to reduce the sensitivity to change in K_1 ?**

Bagaimana anda akan memilih satu nilai bagi K untuk mengurangkan kepekaan terhadap perubahan K_1 ?

(10 marks/markah)

- [c] Calculate the steady state error of the closed loop system due to a unit step input $R(s) = 1/s$ when $K = 120$ and $K_1 = 10$. Assume there is no disturbance.**

Kira ralat keadaan mantap sistem gelung tertutup akibat satu masukan pelangkah unit $R(s) = 1/s$ apabila $K = 120$ dan $K_1 = 10$. Anggap tiada gangguan.

(35 marks/markah)

- [d] Calculate the steady state response of the closed loop system due to a unit step disturbance $T_d(s) = 1/s$ when $K = 120$ and $K_1 = 120$. Assume the input is $R(s) = 0$.**

Kira sambutan keadaan mantap sistem gelung tertutup akibat satu gangguan pelangkah unit $T_d(s) = 1/s$ apabila $K = 120$ dan $K_1 = 10$. Anggap masukan adalah $R(s) = 0$.

(25 marks/markah)

- Q3. A third-order closed loop control system with unity feedback is to be designed for an undamped response to a step input. The specifications for the system are percent overshoot $P.O \leq 5\%$, settling time $T_s \leq 4$ seconds, and peak time $T_p \leq 1$ second.**

Satu sistem kawalan gelung tertutup darjah ketiga dengan suap-balik seunit akan direkabentuk bagi satu sambutan tak-teredam terhadap satu masukan pelangkah. Spesifikasi-spesifikasi sistem adalah peratus lajakan $P.O \leq 5\%$, masa enapan $T_s \leq 4$ saat, dan masa memuncak $T_p \leq 1$ saat.

- [a] Identify the desired area in the s -plane for the dominant roots of the system.**

Kenalpasti kawasan dikehendaki dalam satah- s bagi punca-punca perusa sistem tersebut.

(45 marks/markah)

- [b] Determine the smallest value of a third pole if the complex conjugate poles are to represent the dominant response.**

Tentukan nilai terkecil bagi satu kutub ketiga jika kutub-kutub jodoh kompleks adalah mewakili sambutan dominan.

(30 marks/markah)

- [c] **Determine the closed-loop transfer function of the third-order system.**

Tentukan rangkap pindah gelung tertutup bagi sistem darjah ketiga tersebut.

(25 marks/markah)

- Q4. [a] Using Routh-Hurwitz criterion, determine whether a system is stable. The system has the following characteristic equation**

Menggunakan kriteria Routh-Hurwitz, tentukan samada satu sistem adalah stabil. Sistem tersebut mempunyai persamaan ciri berikut

$$q(s) = s^6 + 9s^5 + 31.25s^4 + 61.25s^3 + 67.75s^2 + 14.75s + 15 = 0$$

(40 marks/markah)

- [b] Determine the roots of the characteristic equation of a system. The system has the following characteristic equation**

Tentukan punca-punca persamaan ciri satu sistem. Sistem tersebut mempunyai persamaan ciri berikut

$$q(s) = s^3 + 20s^2 + 5s + 100 = 0$$

(25 marks/markah)

- [c] A closed loop system is shown in Figure Q4[c]. For what range of values of parameters K and p is the system stable?**

Satu sistem gelung tertutup ditunjukkan dalam Rajah S4[c]. Apakah julat bagi nilai-nilai parameter K dan p menjadikan sistem stabil?

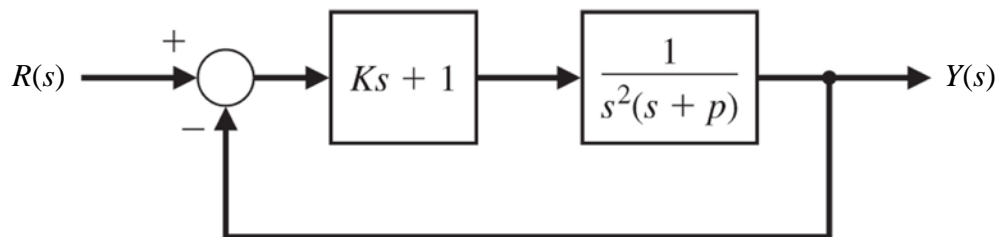


Figure Q4[c]

Rajah S4[c]

(35 marks/markah)

- Q5. A unity feedback system has a loop transfer function**

Satu sistem suap-balik seunit mempunyai satu rangkap pindah gelung

$$G_c(s)G(s) = \frac{K}{s(s+3)(s^2+6s+64)}$$

- [a] Determine the angle of departure of the root locus at the complex poles.**

Tentukan sudut pelepasan londar punca pada kutub-kutub kompleksnya.

(30 marks/markah)

- [b] Sketch the root locus.**

Lakarkan londar puncanya.

(45 marks/markah)

- [c] Determine the gain K when the roots are on the $j\omega$ -axis and determine the location of the roots.**

Tentukan gandaan K apabila punca-puncanya berada di atas paksi- $j\omega$ dan tentukan kedudukan punca-punca tersebut.

(25 marks/markah)

- Q6. [a] An adaptive suspension vehicle uses a legged locomotion principle. Design a suitable phase-lag compensator by using root locus method that can achieve a steady-state error for a ramp input of 10% and a damping ratio of the dominant roots of 0.707. The control of the leg can be represented by a unity feedback system with**

Sebuah kenderaan gantungan suai menggunakan satu prinsip penggerak berkaki. Reka satu pemampas susulan fasa dengan menggunakan kaedah londar punca yang boleh mencapai satu ralat keadaan mantap bagi satu masukan tanjakan 10% dan satu nisbah peredam punca-punca dominan 0.707. Kawalan kaki boleh diwakili oleh satu sistem suap-balik seunit dengan

$$G(s) = \frac{K}{s(s + 10)(s + 14)}$$

(60 marks/markah)

- [b] A control system with a controller is shown in Figure Q6[b]. Add a pre-filter and select K_p and K_I so that the step response is deadbeat and the settling time (with a 2% criterion) is less than 2 seconds. Use the coefficient and response measure of a deadbeat system from Table Q6[b].

Satu sistem kawalan dengan satu pengawal ditunjukkan dalam Rajah S6[b]. Tambahkan satu pra-penapis dan pilih K_p dan K_I supaya sambutan pelangkahnya adalah pecundang dan masa enapannya (dengan kriteria 2%) kurang dari 2 saat. Gunakan pekali dan ukuran sambutan satu sistem pecundang dari Jadual S6[b].

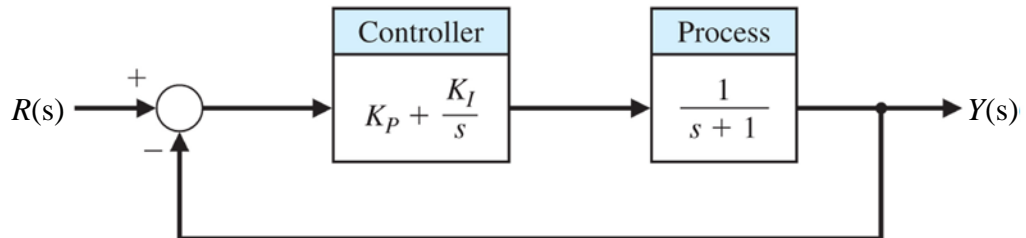


Figure Q6[b]
Rajah S6[b]

System Order	Coefficients					Percent Over-shoot P.O.	Percent Under-shoot P.U.	90% Rise Time T_{r90}	100% Rise Time T_r	Settling Time T_s
	α	β	γ	δ	ϵ					
2nd	1.82					0.10%	0.00%	3.47	6.58	4.82
3rd	1.90	2.20				1.65%	1.36%	3.48	4.32	4.04
4th	2.20	3.50	2.80			0.89%	0.95%	4.16	5.29	4.81
5th	2.70	4.90	5.40	3.40		1.29%	0.37%	4.84	5.73	5.43
6th	3.15	6.50	8.70	7.55	4.05	1.63%	0.94%	5.49	6.31	6.04

Note: All times are normalized.

Table Q6[b]
Jadual S6[b]

(40 marks/markah)

-oooOOooo-

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
Academic Session 2010/2011

April /May 2011

EME 422/3 – Energy Conversion System
Sistem Penukaran Tenaga

Duration : 3 hours
Masa : 3 jam

INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:

ARAHAN KEPADA CALON:

Please check that this paper contains **FIVE (5)** printed pages and **FIVE (5)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LIMA (5)** mukasurat bercetak dan **LIMA (5)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **ALL** questions.

*Jawab **SEMUA** soalan.*

You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.

*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin from a new page.

Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.

Thermodynamic property table and Carta Mollier are provided.

Jadual Sifat Bendalir Termodinamik adalah dibekalkan.

Q1. [a] Describe briefly one of the following renewable energy resources.

- (i) **Solar**
- (ii) **Wind**
- (iii) **Geothermal**
- (iv) **Mini hydro**
- (v) **Wave**

Terangkan salah satu daripada sumber tenaga boleh diperbaharui berikut.

- (i) *Suria*
- (ii) *Angin*
- (iii) *Geothermal*
- (iv) *Hidro mini*
- (v) *Ombak*

(40 marks/markah)

[b] A 50 kWe small power plant consist of a gasifier and a diesel engine. The followings are the assumptions made:

- **Diesel displacement 60%**
- **Efficiency of the gasifier 70%**
- **Efficiency of the engine 25%**
- **Biomass heating value 15 MJ/kg**
- **Heating value of diesel fuel 30 MJ/kg**
- **Engine speed 1500 rev/min**

Determine

- (i) **The amount of biomass required per hour**
- (ii) **The volumetric flow rate of air**
- (iii) **Overall efficiency of the system**
- (iv) **The specific biomass consumption**

Sebuah lojikuasa kecil 50 kWe mengandungi sebuah penggas dan enjin diesel. Berikut adalah andaian yang dibuat:

- *Anjakan minyak diesel 60%*
- *Kecekapan penggas 70%*
- *Kecekapan enjin 25%*
- *Nilai haba biomass 15 MJ/kg*
- *Nilai haba minyak diesel 30 MJ/kg*
- *Laju putaran enjin adalah 1500 rev/min*

Tentukan

- (i) *Amaun biomass yang diperlukan setiap jam*
- (ii) *Kadar alir isipadu udara*
- (iii) *Kecekapan keseluruhan sistem*
- (iv) *Penggunaan spesifik biomass*

(60 marks/markah)

Q2. [a] Describe briefly the procedure for proximate analysis

Terangkan dengan ringkas prosedur bagi analisis hampiran

(40 marks/markah)

[b] Ultimate analysis of coal is shown below:

C = 80%, H = 10%, O = 6%, S = 0.5%, ash = 3.5%

Determine

- (i) A/F ratio for excess air of 20%**
- (ii) Amount of carbon dioxide emission annually**

Analisis arang batu adalah ditunjukkan di bawah:

C=80%, H=10%, O=6%, S=0.5%, ash abu=3.5%

Tentukan

- (i) Nisbah A/F bagi kelebihan udara 20%*
- (ii) Amaun pencemaran karbon dioksida setahun.*

(60 marks/markah)

Q3. Combine cycle power plant produces 250 MW. The following are the details

- (i) Pressure ratio of gas turbine 7:1**
- (ii) Inlet temp to the gas turbine plant is 30°C**
- (iii) Maximum temperature in the gas turbine plant is 1000°C**
- (iv) Steam pressure is 60 bar**
- (v) Steam temp 600°C**
- (vi) Calorific value of fuel 40 MJ/kg**
- (vii) Condenser pressure of the steam plant is 0.05 bar**
- (viii) Gas temp at HRSG exit 200°C**
- (ix) Gas temp inside HRSG 800°C**

Use the Mollier chart provide. Sketch the combine cycle plant and determine its thermal efficiency.

Loji kuasa gabungan menjana 250 MW kuasa. Berikut adalah perincian loji.

- (i) Nisbah tekanan turbin gas 7:1*
- (ii) Suhu masukan kedalam loji gas turbin adalah 30°C*
- (iii) Suhu maksimum dalam loji gas turbin adalah 1000°C*
- (iv) Tekanan stim adalah 60 bar*
- (v) Suhu stim 600°C*
- (vi) Nilai haba bahan api 40 MJ/kg*
- (vii) Tekanan pemeluwap loji stim adalah 0.05 bar*
- (viii) Suhu gas pada keluaran HRSG 200°C*
- (ix) Suhu gas pada masukan HRSG 800°C*

Gunakan carta Mollier yang dibekalkan. Lakarkan loji kuasa gabungan dan tentukan kecekapan keseluruhan loji.

(100 marks/markah)

Q4. [a] The following is the data for a 20 MW biomass power plant:

- (i) Nominal RM 5000/ kW
- (ii) Interest rate 7%
- (iii) Period of loan 25 years
- (iv) Period of operation 25 years
- (v) Number of workers 20
- (vi) Average salary per month RM 4000
- (vii) Fuel cost RM 20 per ton
- (viii) Type of fuel is oil palm waste
- (ix) Heating value 15 MJ/kg
- (x) Thermal efficiency 20%
- (xi) Maintenance cost = Labour cost
- (xii) Capacity factor 80%
- (xiii) Power sales by TNB 17sen/kWh

Calculate the unit production cost.

Berikut adalah maklumat bagi sebuah loji kuasa biojisim 20 MW.

- (i) Kos nominal RM 5000/ kW
- (ii) Kadar pinjaman 7%
- (iii) Masa pinjaman 25 years
- (iv) Masa operasi 25 years
- (v) Bilangan pekerja 20
- (vi) Purata gaji sebulan RM 4000
- (vii) Kos bahanapi RM 20 per ton
- (viii) Jenis bahanapi adalah sisa kelapa sawit
- (ix) Nilai haba 15 MJ/kg
- (x) Kecekapan haba 20%
- (xi) Kos penyelenggaraan = Kos pekerja
- (xii) Faktor kapasiti 80%
- (xiii) Pembelian kuasa oleh TNB 17sen/kWh

Tentukan unit kos penjanaan.

(60 marks/markah)

[b] Explain whether you would invest in such power plant and compare feasibility of a plant using oil at a price of RM200 per ton with heating value of oil 30 MJ/kg.

Terangkan samada anda ingin melabur dalam loji kuasa tersebut dan bandingkan kesesuaian loji kuasa menggunakan minyak pada harga RM200 per ton dimana nilai haba minyak 30 MJ/kg

(40 marks/markah)

- Q5. [a] Describe briefly 3 main pollutants from coal power plant including the production, hazards and ways of reducing them.**

Terangkan dengan ringkas 3 pencemar daripada loji kuasa arang batu termasuk penghasilannya, bahaya dan cara mengurangkannya.

(40 marks/markah)

- [b] Describe briefly the following systems and also explain why the following energy systems are not implemented at present:**

- (i) Fusion energy**
- (ii) Thermoelectric generator**
- (iii) Fuel cell**

Terangkan dengan ringkas sistem berikut dan terangkan juga kenapa sistem tenaga berikut tidak digunakan pada masa sekarang.

- (i) Tenaga fusion*
- (ii) Penjana termoelektrik*
- (iii) Sel bahanapi*

(60 marks/markah)

-oooOOooo-

Gambarajah Moody

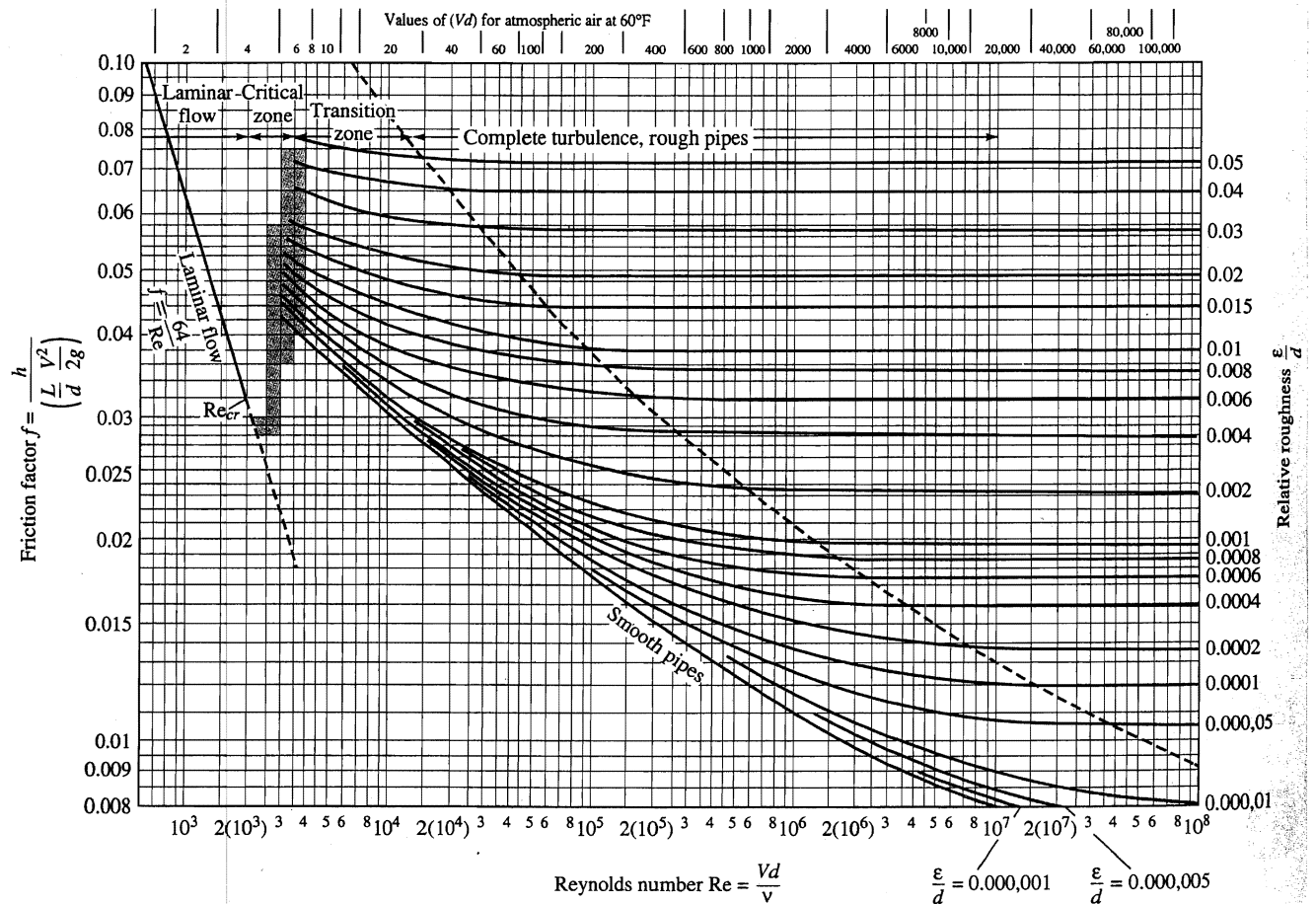


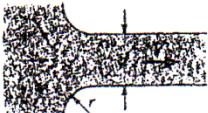


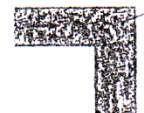
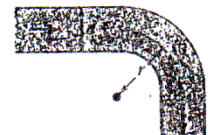
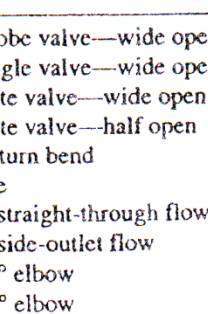
Fig. 6.13 The Moody chart for pipe friction with smooth and rough walls. This chart is identical to Eq. (6.64) for turbulent flow. (From Ref. 8, by permission of the ASME.)

From tests with commercial pipes Moody gave the values for average pipe roughness listed in Table 6.1.

Table 6.1 Average Roughness of Commercial Pipes

Material (new)	ϵ	
	ft	mm
Riveted steel	0.003–0.03	0.9–9.0
Concrete	0.001–0.01	0.3–3.0
Wood stave	0.0006–0.003	0.18–0.9
Cast iron	0.00085	0.26
Galvanized iron	0.0005	0.15
Asphalted cast iron	0.0004	0.12
Commercial steel or wrought iron	0.00015	0.046
Drawn tubing	0.000005	0.0015
Glass	“Smooth”	“Smooth”

Pemalar Kehilangan pada Pelbagai Sambungan

TABLE B.1 Loss Coefficients for Various Fittings and Fittings				
Description	Sketch	Additional Data	K	Source
Pipe entrance $h_L = K_e V^2 / 2g$		r/d 0.0 0.1 >0.2	K_e 0.50 0.12 0.03	(2)*
Contraction $h_L = K_C V_2^2 / 2g$		D_2/D_1 0.0 0.20 0.40 0.60 0.80 0.90	K_C $\theta = 60^\circ$ 0.08 0.08 0.07 0.06 0.06 0.06 K_C $\theta = 180^\circ$ 0.50 0.49 0.42 0.27 0.20 0.10	(2)
Expansion $h_L = K_E V_1^2 / 2g$		D_1/D_2 0.0 0.20 0.40 0.60 0.80	K_E $\theta = 20^\circ$ 1.00 0.87 0.70 0.41 0.15 K_E $\theta = 180^\circ$ 1.00 0.87 0.70 0.41 0.15	(2)
90° miter bend		Without vanes	$K_b = 1.1$	(39)
		With vanes	$K_b = 0.2$	(39)
90° smooth bend		r/d		(5) and (15)
		1	$K_b = 0.35$	
		2	0.19	
		4	0.16	
		6	0.21	
		8	0.28	
Threaded pipe fittings		10	0.32	
		Globe valve—wide open	$K_v = 10.0$	(39)
		Angle valve—wide open	$K_v = 5.0$	
		Gate valve—wide open	$K_v = 0.2$	
		Gate valve—half open	$K_v = 5.6$	
		Return bend	$K_b = 2.2$	
		Tee		
		straight-through flow	$K_t = 0.4$	
		side-outlet flow	$K_t = 1.8$	
		90° elbow	$K_b = 0.9$	
		45° elbow	$K_b = 0.4$	

*Reprinted by permission of the American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Atlanta, Georgia, from the 1981 ASHRAE Handbook—Fundamentals.

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
Academic Session 2010/2011

April/May 2011

EMH 102/3 – Fluid Mechanics
Mekanik Bendalir

Duration : 3 hours
Masa : 3 jam

INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:

ARAHAN KEPADA CALON:

Please check that this paper contains **SEVEN (7)** printed pages, **TWO (2)** pages appendix and **SIX (6)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **TUJUH (7)** mukasurat bercetak, **DUA (2)** mukasurat lampiran dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **FIVE (5)** questions.

*Jawab **LIMA (5)** soalan.*

Appendix/Lampiran :

1. Gambarajah Moody [1 page/mukasurat]

2. Pemalar Kehilangan pada Pelbagai Sambungan [1 page/mukasurat]

You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.

*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin from a new page.

Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.

Q1. [a] Explain the capillary effect and how it is caused by?

Terangkan kesan rerambut dan apakah yang menyebabkan kesan ini terjadi?

(30 marks/markah)

[b] If the gauge pressure at the bottom surface is 73kN/m^2 , determine the specific gravity of the gasoline. Calculate also the pressure at the gasoline-water interface as in Figure Q1[b]. Express the gauge pressure in units of N/m^2 , N/mm^2 , and as a pressure head in meter of water.

Jika tekanan tolok di permukaan dasar adalah 73kN/m^2 , tentukan graviti tentu bagi gasolin. Kirakan juga tekanan antara-muka gasolin-air, dan di dasar tangki seperti dalam Rajah S1[b]. Ungkapkan tekanan tolok dalam unit N/m^2 , N/mm^2 , dan sebagai turus tekanan dalam meter air.

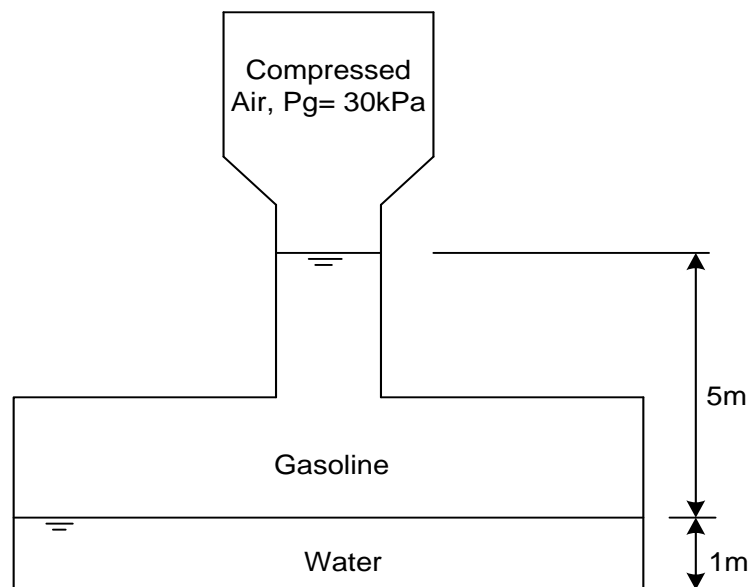


Figure Q1[b]
Rajah S1[b]

(30 marks/markah)

[c] Given $v = 10y^{1/6}$, where v is the velocity of water in m/s and y is the distance from the boundary in mm, plot the velocity profile and determine the ratio of shear stress at $y = 2\text{mm}$ to the shear stress at $y = 5\text{mm}$.

Diberi $v = 10y^{1/6}$, di sini v adalah halaju air dalam m/s dan y adalah jarak daripada sempadan dalam mm, lukis susuk halaju dan tentukan nisbah tegasan ricih pada $y = 2\text{mm}$ kepada tegasan ricih pada $y = 5\text{mm}$.

(40 marks/markah)

- S2. [a] Calculate the vacuum necessary to cause cavitation in a water flow at temperature of 80°C at the mount of Kinabalu where the elevation is 2500m above sea level.

Kirakan hampagas diperlukan yang boleh menyebabkan keronggaan di dalam aliran air pada suhu 80°C di gunung Kinabalu pada paras ketinggian 2500m di atas paras laut.

(30 marks/markah)

- [b] Determine the location of the resultant force F of the water on the triangular gate and the force P needed to hold the gate in the position as shown in Figure Q2[b] (Take $I = \frac{bh^3}{36}$ for triangular gate)

Tentukan lokasi daya hasilan F bagi air pada pintu segitiga dan daya P yang diperlukan bagi menahan pintu pada posisi seperti dalam Rajah S2[b] (Ambil $I = \frac{bh^3}{36}$ bagi pintu segitiga)

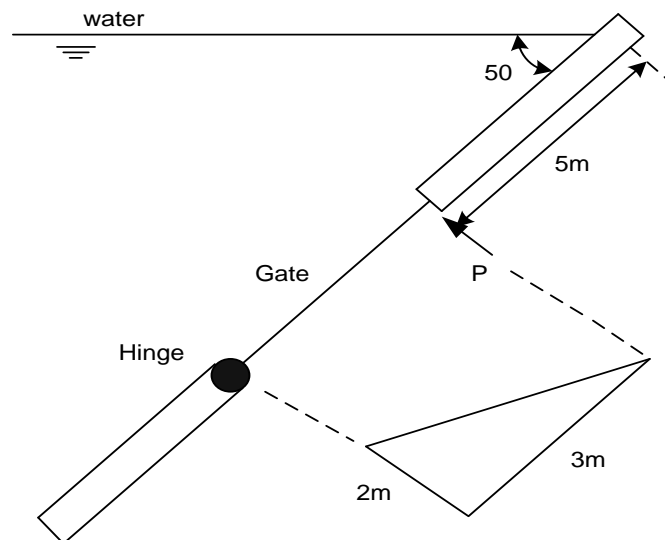


Figure Q2[b]
Rajah S2[b]

(30 marks/markah)

- [c] The barge is loaded such that the center of gravity of the barge and load is at the waterline. Determine the stability of barge if the barge length is 10m.

Baj dimuatkan dengan muatan supaya pusat graviti baj dan muatan adalah pada paras garis air. Tentukan kestabilan baj tersebut jika panjang baj adalah 10m.

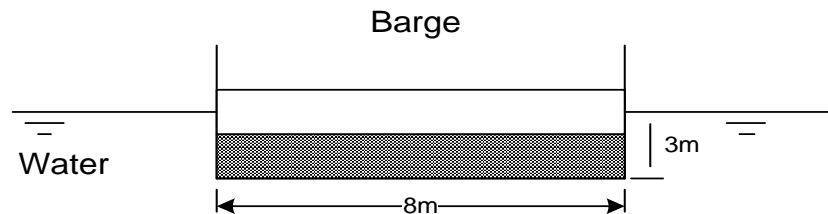


Figure Q2[c]
Rajah S2[c]

(40 marks/markah)

- Q3. [a] Differentiate between the Eulerian and Lagrangian flow concepts.

Bezakan di antara konsep aliran Euler dan Lagrange.

(30 marks/markah)

- [b] A liquid with a specific gravity of 1.26 flows in a pipe at a rate of 700liter/s. At a point where the pipe diameter is 60cm, the pressure is 300kPa. Find the pressure at a second point where the pipe diameter is 30cm if the second point is 1.0m lower than first point. Neglect head loss.

Cecair mempunyai graviti tentu 1.26 mengalir di dalam sebuah paip pada kadar 700liter/s. Pada suatu titik di mana garis pusat paip 60cm, tekanan adalah 300kPa. Tentukan tekanan pada titik kedua di mana garis pusat paip adalah 30cm jika titik kedua adalah 1.0m rendah daripada titik pertama. Abaikan kehilangan turus.

(30 marks/markah)

- [c] An inviscid, incompressible fluid flows between wedge-shaped walls into small opening as shown in Figure Q3[c]. The potential velocity (in m^2/s), which approximately describes this flow is

$$\phi = -2 \ln r$$

Determine the volume flow rate (per unit length) into the opening.

Bendalir tak likat, tak boleh mampat mengalir di antara dinding berbentuk baji yang mempunyai bukaan kecil seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S3[c]. Halaju upaya (dalam m^2/s), yang diramal aliran ini dengan

$$\phi = -2 \ln r$$

Tentukan kadar aliran isipadu (per unit panjang) ke dalam bukaan.

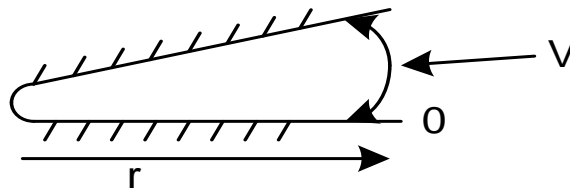


Figure Q3[c]
Rajah S3[c]

(40 marks/markah)

- Q4. [a] Draw the orifice meter and explain how the flow rate can be measured.

Lukis meter orifis dan terangkan bagaimana kadar aliran boleh diukur.

(30 marks/markah)

- [b] An oil with a kinematic viscosity of $0.000135 \text{ m}^2/\text{s}$ flows through a pipe of diameter 15cm. What is the minimum velocity will the flow is laminar?

Minyak dengan kelikatan kinematik $0.000135 \text{ m}^2/\text{s}$ mengalir melalui sebuah paip bergaris pusat 15cm. Apakah nilai minimum halaju yang akan menghasilkan aliran laminar?

(30 marks/markah)

- [c] The flow rate in a 30cm diameter pipe is $0.255 \text{ m}^3/\text{s}$. The flow is known to be turbulent, and the centerline velocity is 3.7 m/s . Plot the velocity profile, and determine the head loss per meter of pipe.

Kadar aliran dalam sebuah paip bergaris pusat 30cm ialah $0.255 \text{ m}^3/\text{s}$. Aliran diketahui sebagai gelora, dan halaju di garis pusat ialah 3.7 m/s . Lukis susuk halaju, dan tentukan kehilangan turus per unit meter bagi paip.

(40 marks/markah)

- Q5. [a] Explain briefly the terms of pathline, streakline and streamline by the help of diagrams.**

Terangkan secara ringkas sebutan garis laluan, garis jalur dan garis arus berbantuan gambarajah.

(30 marks/markah)

- [b] Sketch the pitot-static probe and piezometer arrangement on the pipe. Using the Bernoulli equation show that the fluid velocity, V in the pipe can be obtained by using the equation:**

Lakarkan susunan peralatan pitot-statik dan piezometer pada paip. Dengan menggunakan persamaan Bernoulli tunjukkan halaju bendali, V di dalam paip boleh ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$V = \sqrt{2g\Delta h}$$

(30 marks/markah)

- [c] The piping system as shown in Figure Q5[a] is used to transport the liquid ($s = 0.85$, $\nu = 1 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$) from tank A to tank B. Determine the flow rate of the system.**

Line 1: $L = 10\text{m}$, $D = 0.2\text{m}$, pipe material= wrought iron

Line 2: $L = 500\text{m}$, $D = 0.25\text{m}$, pipe material= wrought iron

Sistem paip seperti dalam Rajah S5[a] digunakan bagi menghantar cecair ($s = 0.85$, $\nu = 1 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$) daripada tangki A ke tangki B. Tentukan kadar aliran bagi sistem.

Laluan 1: $L = 10\text{m}$, $D = 0.2\text{m}$, bahan paip= besi waja

Laluan 2: $L = 500\text{m}$, $D = 0.25\text{m}$, bahan paip= besi waja

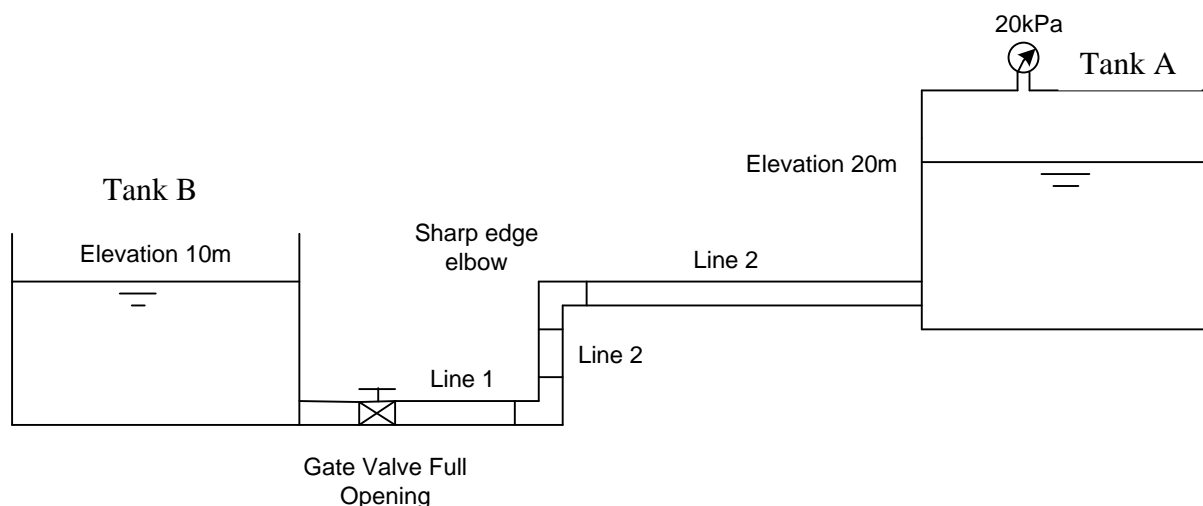


Figure Q5[a]
Rajah S5[a]

(40 marks/markah)

- Q6. [a] List and describe the three necessary conditions for complete similarity between a model and a prototype.**

Senarai dan terangkan tiga keadaan penting bagi keserupaan lengkap di antara sebuah model dan sebuah prototaip.

(30 marks/markah)

- [b] The pressure drop ΔP in the pipe depends on the average velocity V , pipe diameter D , kinematic viscosity ν , wall roughness height e , and the fluid density ρ . Find the dimensionless group for the expression of ΔP .**

Kejatuhan tekanan ΔP di dalam paip bergantung kepada halaju purata V , garis pusat paip D , kelikatan kinematik ν , ketinggian kekasaran dinding e , dan ketumpatan bendalir ρ . Tentukan kumpulan tanpa dimensi bagi ΔP .

(30 marks/markah)

- [c] A test model is to be performed on a proposed design for a large pump that is to deliver $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ of water from a 40cm diameter impeller with a pressure rise of 400 kPa. A model with an 8 cm diameter impeller is to be used. Calculate the flow rate should be used and the pressure rise that to be expected. The model fluid is water at the same temperature as the water in the prototype.**

Sebuah model ujian untuk dijalankan ke atas sebuah reka bentuk cadangan bagi sebuah pam besar mengalirkan air pada $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ daripada pendesak garis pusat dengan 40cm dengan peningkatan tekanan 400kPa. Sebuah model dengan sebuah pendesak bergaris pusat 8cm yang akan digunakan. Kirakan kadar aliran yang sepatutnya digunakan dan peningkatan tekanan yang dijangkakan. Bendalir model adalah air pada suhu yang sama dengan air bagi prototaip.

(40 marks/markah)

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
Academic Session 2010/2011

April/May 2011

EMH 222/3 – Fluid Dynamics
Dinamik Bendalir

Duration : 3 hours
Masa : 3 jam

INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:
ARAHAN KEPADA CALON:

Please check that this paper contains **NINE (9)** printed pages and **SIX (6)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEMBILAN (9)** mukasurat bercetak dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **FIVE** questions.
*Jawab **LIMA** soalan.*

You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.
*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin from a new page.
Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

Gas Table for Compressible Flow Calculation is provided.
Jadual untuk Pengiraan Aliran Bolehkompak adalah dibekalkan.

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.
Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.

- Q1. [a] Explain why the stream function is useful in fluid mechanics? What restrictions or conditions are imposed on stream function ψ so that it exactly satisfies the two-dimensional incompressible continuity equation by definition?**

Terangkan mengapa rangkap arus penting dalam mekanik bendalir? Apakah had-had atau keadaan yang dikenakan pada rangkap arus, ψ supaya rangkap tersebut memenuhi kehendak persamaan keselantaran dua dimensi?

(50 marks/markah)

- [b] A uniform stream of speed V is inclined at angle α from the x -axis (as in Figure Q1[b]). The flow is steady, two-dimensional and incompressible. The Cartesian velocity components are $u = V \cos \alpha$ and $v = V \sin \alpha$. Generate an expression for the stream function for this flow.**

Satu aliran arus yang mempunyai kelajuan V dicondongkan pada sudut α daripada paksi- x (seperti dalam Rajah S1[b]). Aliran tersebut adalah aliran mantap, dua dimensi dan tak boleh mampat. Komponen halaju Cartesian adalah $u = V \cos \alpha$ dan $v = V \sin \alpha$. Janakan satu ungkapan untuk rangkap arus aliran tersebut.

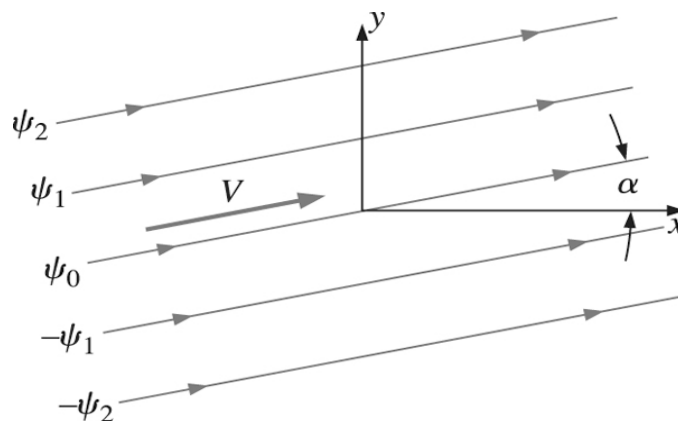


Figure Q1[b]
Rajah S1[b]

(50 marks/markah)

- Q2. [a]** In the nondimensionalized incompressible Navier-Stokes equation has four nondimensional parameters. Name each one, explain its physical significance (e.g. the ratio of pressure forces to viscous forces), and discuss what it means physically when the parameter is very small or very large.

Dalam persamaan Navier-Stokes tanpa dimensi tak boleh mampat, terdapat empat parameter tanpa dimensi. Namakan setiap satu parameter tersebut, terangkan kepentingan fizikal (contoh: nisbah daya tekanan dan daya kelikatan) dan bincangkan apakah yang dimaksudkan secara fizikal parameter-parameter tersebut sekiranya nilai parameter tersebut terlalu kecil atau terlalu besar.

(50 marks/markah)

- [b]** Air at 20°C flows at $V = 5.0 \text{ m/s}$ parallel to a flat plate (Figure Q2[b]). The front of the plate is well rounded, and the plate is 40 cm long. The plate thickness is $h = 0.75 \text{ cm}$. Calculate the apparent thickness of the plate (includes both sides) at downstream distance $x = 25 \text{ cm}$. Assume the boundary layer starts growing at $x=0 \text{ cm}$ and the plate is smooth.

Udara mengalir pada halaju $V = 5.0 \text{ m/s}$ dan suhu 20°C selari dengan plat rata (Rajah S2[b]). Permukaan hadapan plat rata tersebut berbentuk bulat dan panjang plat tersebut ialah 40 cm. Ketebalan plat tersebut adalah 0.75 cm. Kirakan ketebalan ketara plat rata tersebut (untuk kedua-dua belah) pada jarak hilir $x=25 \text{ cm}$. Anggapkan lapisan sempadan mula meningkat pada jarak $x=0\text{cm}$ dan plat adalah licin.



Figure Q2[b]
Rajah S2[b]

(50marks/markah)

- Q3. [a]** The drag coefficient of a vehicle increases when its windows are rolled down or its sunroof is opened. A sport car as in Figure Q3[a] has a frontal area of 1.7 m^2 and a drag coefficient of 0.22 when the windows and sunroof are closed. The drag coefficient increases to 0.41 when the sunroof is open. Determine the additional power of consumption of the car when the sunroof is opened at:

Pekali heret sebuah kenderaan meningkat apabila tingkap-tingkap dan bumbung suria dibuka. Sebuah kereta sukan seperti dalam Rajah S3[a] mempunyai luas permukaan depan 1.7 m^2 dan pekali heret 0.22 apabila tingkap dan bumbung suria ditutup. Pekali heret akan meningkat kepada 0.41 apabila bumbung suria tersebut dibuka. Kirakan kuasa tambahan yang diperlukan apabila bumbung suria dibuka pada kelajuan kenderaan:

- (i) **55 km/h**
55 km/jam
- (ii) **110 km/h**
110 km/jam

Take the density of air to be 1.2 kg/m^3 . Comment your answer of the differences found with respect to the power consumption to overcome the drag.

Ketumpatan udara yang digunakan 1.2 kg/m^3 . Komen jawapan anda berkenaan perbezaan yang diperolehi dalam penggunaan kuasa yang diperlukan untuk mengurangkan daya heretan.

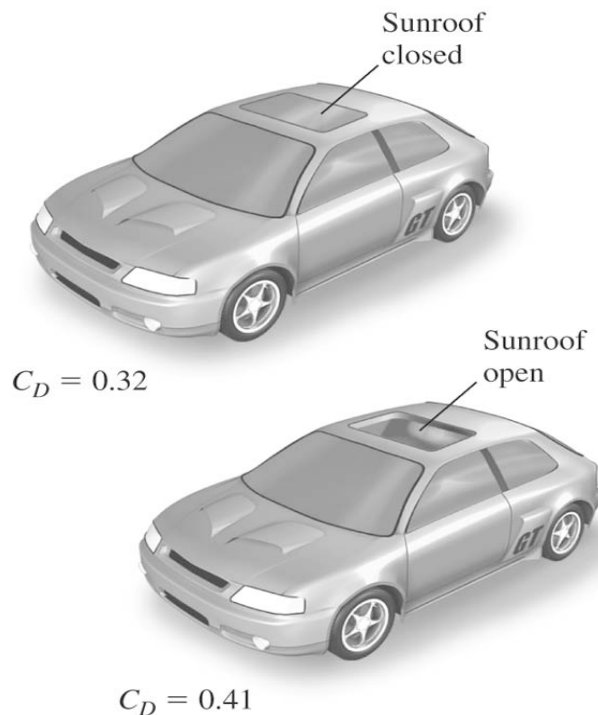


Figure Q3[a]
Rajah S3[a]

(50 marks/markah)

- [b] Consider a light aeroplane that has a total weight of 15000 N and a wing area of 46 m² and whose wings resemble the NACA 23012 airfoil with no flaps. Using data from Figure Q3[b], determine the takeoff speed at an angle of attack of 5° at sea level. Also determine the stall speed.

Sebuah pesawat ringan mempunyai jumlah berat 15000 N dan luas sayap 46 m² yang mana sayap tersebut serupa seperti kerajang udara tanpa kepek NACA 23012. Menggunakan data dalam Rajah S3[b], kirakan halaju berlepas pada sudut tujahan 5° pada paras laut. Kirakan juga halaju pegun.

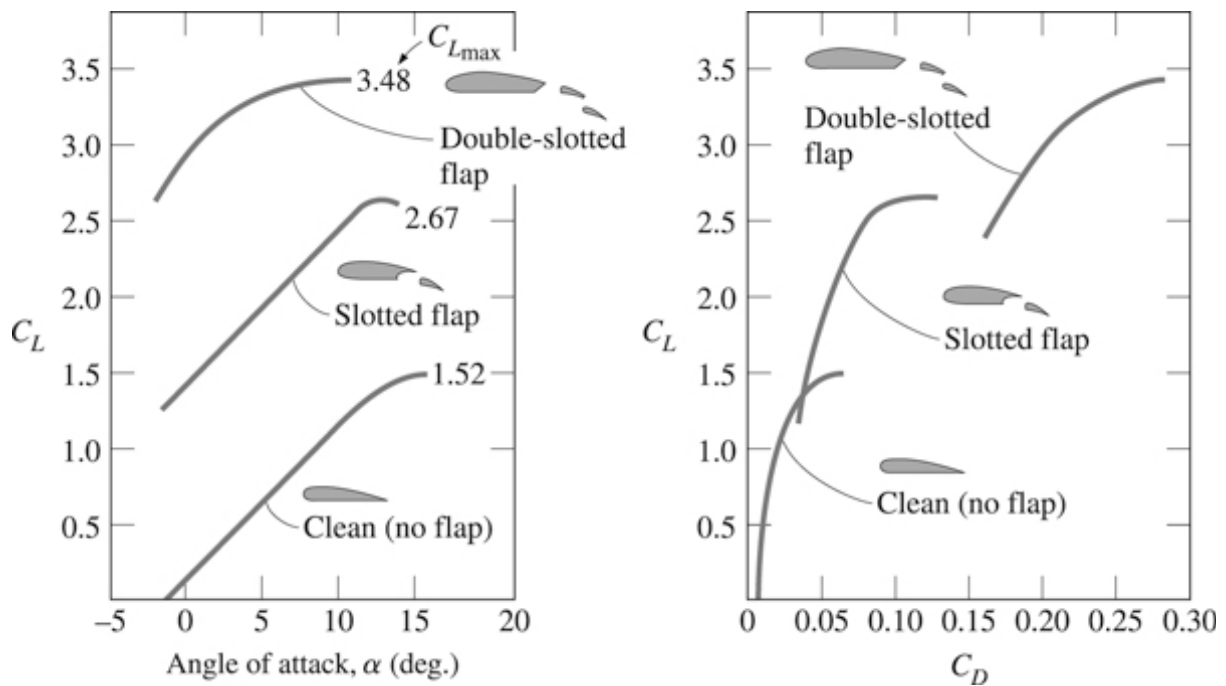


Figure Q3[b]

Rajah S3[b]

(50 marks/markah)

Q4. [a] Air flows steadily from a large reservoir through a convergent-divergent nozzle into a 0.3 m diameter pipe with a length of 3.5m, as illustrated in Figure Q4[a]. The conditions in the reservoir are such that the Mach number, M , and the pressure, P , at the inlet to the pipe are 2 and 0.13kPa respectively. The average friction factor, f , for the flow in the pipe is estimated to be 0.005.

- (i) If no shocks occur, find M and P at the exit of the pipe.
- (ii) If there is a normal shock at the exit of the pipe, find the back pressure in the chamber into which the pipe is discharging.

Find the back pressure in the chamber into which the pipe is discharging when there is a shock halfway down the pipe.

Udara mengalir secara mantap daripada takungan besar melalui muncung tumpu-capah ke paip berdiamater 0.3 m dan panjang paip 3.5 m seperti dalam Rajah S4[a]. Keadaan dalam takungan tersebut ialah nombor Mach, $M = 2$ dan tekanan, P , pada salur masuk paip ialah 0.13 kPa. Purata faktor geseran, f , untuk aliran di dalam paip dianggarkan 0.005.

- (i) *Sekiranya tiada kejutan berlaku, kirakan M dan P di salur keluar paip tersebut.*
- (ii) *Sekiranya ada kejutan biasa pada salur keluar paip, kirakan tekanan balik di dalam kebuk di mana paip aliran dalam paip tersebut dialirkan keluar.*

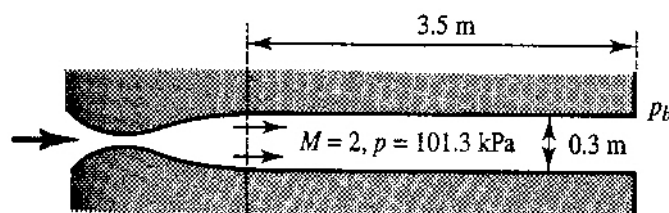


Figure Q4[a]
Rajah S4 [a]

(50 marks/markah)

- [b] Natural gas flows through a 0.075m diameter pipeline which has a length of 750 m, as in Figure Q4[b]. The flow can be assumed to be isothermal with a temperature of 15°C . The Mach number and pressure at the inlet are 0.09 and 900 kPa. If the mean friction factor for the flow is 0.002, find the Mach number and the pressure at the exit to the pipe. Also find the maximum possible length of the pipe and the exit pressure with this length of pipe. Assume that the flow is steady and that the natural gas has a specific heat ratio at 1.3.

Gas asli mengalir melalui talian paip berdiamater 0.075m sepanjang 750m seperti dalam Rajah S5[b]. aliran tersebut boleh dianggarkan sebagai isoterma dengan suhu 15°C . Nombor Mach dan tekanan pada salur masuk ialah 0.09 dan 900 kPa. Sekiranya purata faktor geseran untuk aliran tersebut ialah 0.002, kirakan nombor Mach dan tekanan pada salur keluar paip. Kirakan juga panjang maksimum yang mungkin untuk paip tersebut dan tekanan pada salur keluar dengan panjang maksimum yang dikirakan. Anggapkan aliran adalah mantap dan gas asli tersebut mempunyai nisbah haba tentu 1.3.

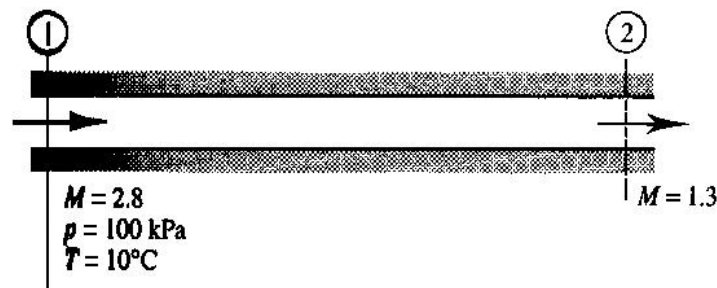


Figure Q4[b]
Rajah S4[b]

(50 marks/markah)

- Q5. [a] Explain with the aid of diagram the elementary theory of radial flow pumps showing the impeller control volume and the velocity diagram at control surfaces.

Terangkan dengan bantuan rajah berkenaan teori asas pam aliran jejari dengan menunjukkan rajah pendesak isipadu kawalan dan gambarajah halaju pada permukaan kawalan.

(50 marks/markah)

- [b] An axial flow pump is designed with a fixed guide vane or stator blade, located upstream of the impeller. The stator imparts an angle of $\alpha_1 = 75^\circ$ to the fluid as it enters the impeller region. The impeller has a rotational speed of 500 rpm with a blade exit angle of $\beta_2 = 70^\circ$. The control volume has an outer diameter of $D_0 = 300 \text{ mm}$ and an inner diameter of $D_i = 150 \text{ mm}$. Determine the theoretical head rise and power required if 150 L/s of liquid ($SG = 0.85$) is to be pumped.

Sebuah pam aliran paksi direkabentuk dengan ram pandu tetap atau bilah pemegun di hulu pendesak. Pemegun tersebut menyasarkan aliran pada sudut $\alpha_1 = 75^\circ$ apabila masuk ke dalam ruang pendesak. Halaju putaran pendesak ialah 500 rpm dan sudut keluar bilah $\beta_2 = 70^\circ$. Isipadu kawalan mempunyai diameter luar $D_0 = 300 \text{ mm}$ dan diameter dalam $D_i = 150 \text{ mm}$. Kirakan turus kepala dan kuasa diperlukan untuk 150 L/s cecair ($SG = 0.85$) yang akan dipamkan.

(50 marks/markah)

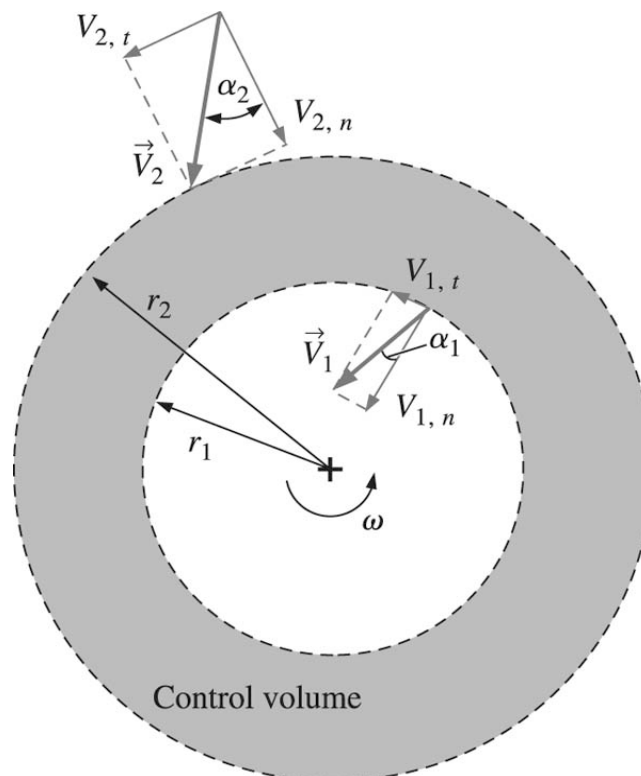
- Q6. [a] Briefly discuss the main differences in the way that dynamics pumps and reaction turbines are classified as centrifugal (radial), mixed flow or axial.

Bincangkan secara ringkas perbezaan ketara bagaimana pam dinamik dan turbin tindak balas yang diklasifikasikan sebagai empar (jejarian), aliran campuran atau paksi.

(40 marks/markah)

- [b] A Francis radial-flow hydro turbine is being designed with the following dimensions: $r_2 = 2.0 \text{ m}$, $r_1 = 1.42 \text{ m}$, $b_2 = 0.7361 \text{ m}$ and $b_1 = 2.20 \text{ m}$. The runner rotates at $\dot{n} = 180 \text{ rpm}$. The wicket gates turn the flow by angle $\alpha_2 = 30^\circ$ from radial at the runner inlet, and the flow at the runner outlet is at angle $\alpha_1 = 10^\circ$ from radial (as in Figure Q6[a]). The volume flow rate at design conditions is $340 \text{ m}^3/\text{s}$, and the gross head provided by the dam is $H_{gross} = 90 \text{ m}$. For the preliminary design, irreversible losses are neglected. Calculate the inlet and outlet runner blade angles β_2 and β_1 , respectively, and predict the power output (MW) and the required net head (m). Is the design feasible? Explain.

Sebuah hidroturbin Francis aliran jejarian direkabentuk dengan dimensi seperti berikut: $r_2 = 2.0\text{m}$, $r_1 = 1.42\text{m}$, $b_2 = 0.7361\text{ m}$ dan $b_1 = 2.20\text{ m}$. 'Pelari' tersebut berputar pada $\dot{n} = 180\text{ rpm}$. 'Pintu Wicket' memusingkan aliran tersebut pada sudut $\alpha_2 = 30^\circ$ daripada jejari 'pelari' dalaman dan aliran pada alur keluar 'pelari' adalah pada sudut $\alpha_1 = 10^\circ$ dari jejari (seperti dalam Rajah S6[b]). Kadar aliran isipadu pada keadaan rekabentuk ialah $340\text{ m}^3/\text{s}$ dan nilai turus kasar oleh empangan adalah $H_{\text{gross}} = 90\text{ m}$. Untuk rekabentuk permulaan, kehilangan tak boleh balik boleh diabaikan. Kirakan alur masuk dan alur keluar sudut bilah 'pelari' β_2 dan β_1 , juga ramalkan kuasa keluaran (MW) dan nilai turus bersih (m) yang diperlukan. Adakah rekabentuk tersebut boleh dilaksanakan? Terangkan.

**Figure Q6[b]**

Rajah S6[b]

(60 marks/markah)

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
Academic Session 2010/2011

April/May 2011

EMM 102/3 – Statics
Statik

Duration : 3 hours
Masa : 3 jam

INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:

ARAHAN KEPADA CALON:

Please check that this paper contains **NINE (9)** printed pages and **FIVE (5)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEMBILAN (9)** mukasurat bercetak dan **LIMA (5)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **ALL** questions.

*Jawab **SEMUA** soalan.*

You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.

*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin from a new page.

Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.

- Q1. [a]** The vector “ r ” extends from point A to the midpoint between points B and C, as shown in Figure Q1[a]. Prove that $r = \frac{1}{2}(r_{AB} + r_{AC})$

Vektor “ r ” memanjang dari titik A ke titik tengah antara B and C, seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S1[a]. Buktikan bahawa $r = \frac{1}{2}(r_{AB} + r_{AC})$

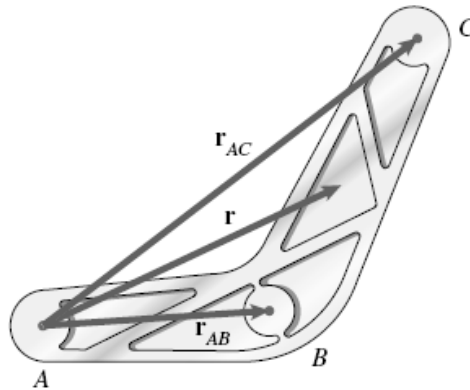


Figure Q1[a]
Rajah S1[a]

(15 marks/markah)

- [b]** An engineer determines that an attachment point will be subjected to a force $F = 20i + F_yj - 45k$ (kN). If the attachment point will safely support a force of 80-kN magnitude in any direction, what is the acceptable range of values of F_y ?

Seorang jurutera menentukan bahawa satu sendi sambungan akan dikenakan daya $F = 20i + F_yj - 45k$ (kN). Sekiranya sendi sambungan tersebut selamat untuk menampung magnitud daya sebanyak 80-kN pada sebarang arah, tentukan julat daya F_y yang selamat dikenakan?

(15 marks/markah)

- [c] The magnitude of F_B is 400-N and $|F_A + F_B| = 900$ N, as shown in Figure Q1[c]. Determine the components of F_A .

Magnitud F_B ialah 400-N dan $|F_A + F_B| = 900$ N, seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S1[c]. Tentukan komponen F_A .

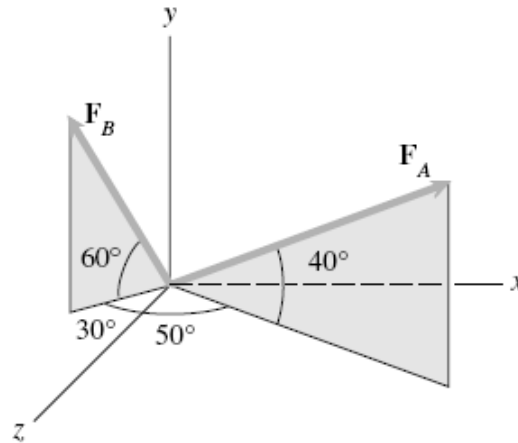


Figure Q1[c]
Rajah S1[c]

(30 marks/markah)

- [d] Determine the magnitude of couple forces F_1 and F_2 , as shown in Figure Q1[d] so that the resultant couple moment acting on the block is zero.

Tentukan magnitud daya ganding F_1 dan F_2 , seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S1[d] supaya momen ganding paduan yang bertindak ke atas blok ialah sifar.

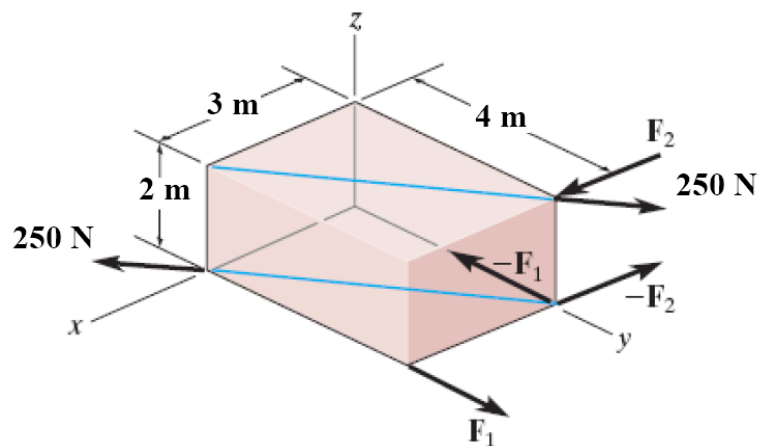


Figure Q1[d]
Rajah S1[d]

(40 marks/markah)

- Q2. [a]** Figure Q2[a] shows the mass of each pulley of the system is “ m ” and the mass of the suspended object A is “ m_A ”. Determine the force T necessary for the system to be in equilibrium.

Rajah S2[a] menunjukkan jisim setiap kapi bagi sistem ini ialah “ m ” dan jisim objek A yang tergantung ialah “ m_A ”. Tentukan daya T yang perlu dikenakan supaya sistem ini kekal pada keseimbangan.

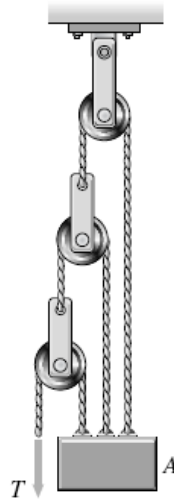


Figure Q2[a]
Rajah S2[a]

(50 marks/markah)

- [b]** The L-shaped bar as shown in Figure Q2[b] is supported by a bearing at A and rests on a smooth horizontal surface at B. The vertical force $F = 4 \text{ kN}$ and the distance $b = 0.15 \text{ m}$. Determine the reactions at A and B.

Bar berbentuk-L seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S2[b] disokong oleh galas di A dan permukaan mendatar yang licin di B. Daya menegak $F = 4 \text{ kN}$ dan jarak $b = 0.15 \text{ m}$. Tentukan daya tindak-balas di A dan B.

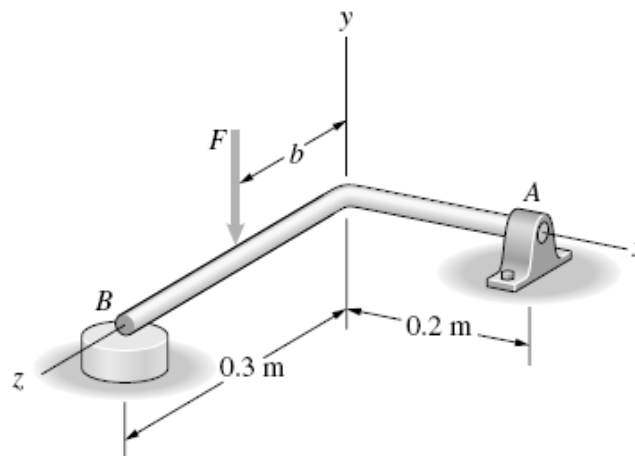


Figure Q2[b]
Rajah S2[b]

(50 marks/markah)

- Q3. [a] Determine the force in members ED , EH and GH of the truss as shown in Figure Q3[a] and state if the members are in tension or compression. Determine also the zero force members of this truss.**

Tentukan daya dalam anggota ED , EH dan GH bagi kekuda seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S3[a] dan nyatakan samada anggota ini dalam keadaan tegangan atau mampatan. Tentukan juga anggota daya sifar yang terdapat pada kekuda ini.

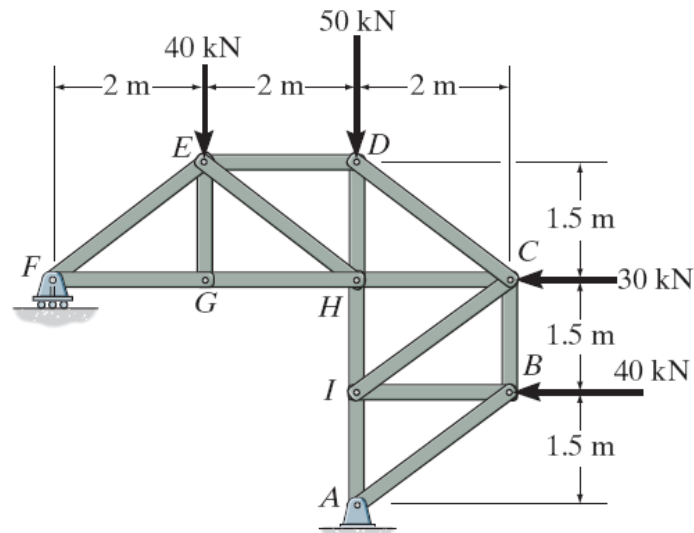


Figure Q3[a]
Rajah S3[a]

(50 marks/markah)

- [b] Refer to Figure Q3[b], the coefficient of static friction between the 20 kg bar and the floor is $\mu_s = 0.3$. Neglect friction between the bar and the wall.**
- If $\alpha = 20^\circ$, what is the magnitude of the friction force exerted on the bar by the floor?**
 - What is the maximum value of α for which the bar will not slip?**

Merujuk kepada Rajah S3[b], pekali geseran statik antara bar seberat 20 kg dengan lantai ialah $\mu_s = 0.3$. Abaikan geseran antara bar dengan dinding.

- Sekiranya $\alpha = 20^\circ$, tentukan magnitud daya geseran yang dikenakan ke atas bar oleh lantai tersebut?*
- Apakah nilai maksimum α yang boleh digunakan agar bar tersebut tidak tergelincir?*

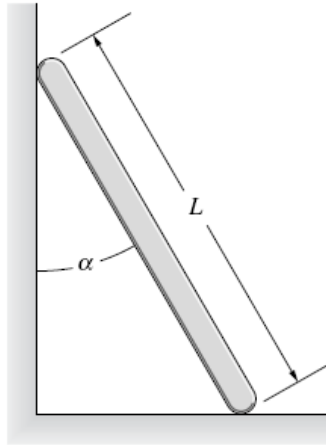


Figure Q3[b]
Rajah S3[b]

(50 marks/markah)

- Q4. [a]** Locate the centroid (\bar{x} , \bar{y}) of the composite area as shown in Figure Q4[a], then determine the moment of inertia of the area about the centroidal y' axis.

Tentukan kedudukan sentroid (\bar{x} , \bar{y}) bagi luas rencam seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S4[a], kemudian tentukan momen inersia luas merujuk kepada paksi sentroid y' .

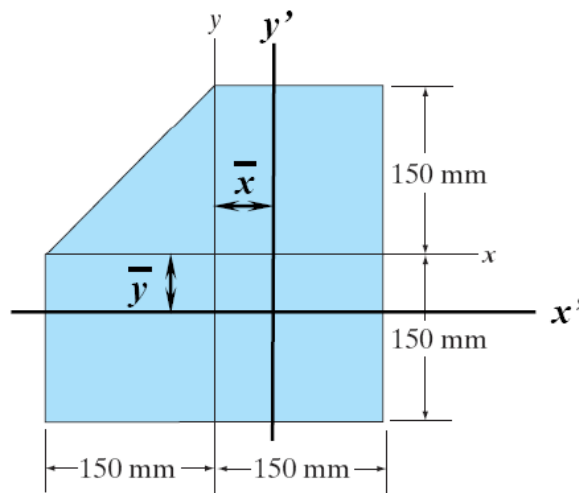


Figure Q4[a]
Rajah S4[a]

(50 marks/markah)

- [b]** Determine the smallest dimensions of the circular shaft (d_3) and circular end cap (d_1 and t), as shown in Figure Q4[b] if the load it is required to support is $P = 150$ kN. The allowable tensile stress, bearing stress and shear stress are = 180 MPa, 280 MPa and 120 MPa, respectively.

Tentukan dimensi terkecil untuk aci bulat (d_3) dan tutup penghujung bulat (d_1 dan t), seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S4[b] sekiranya daya yang perlu disokong ialah $P = 150$ kN. Magnitud yang dibenarkan bagi tegasan tegangan, tegasan galas dan tegasan ricih ialah masing-masingnya 180 MPa, 280 MPa dan 120 MPa.

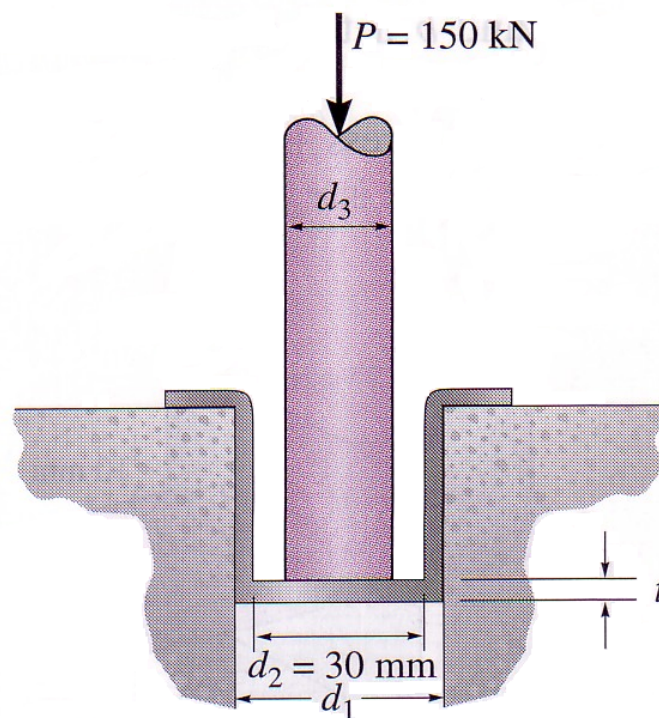


Figure Q4[b]
Rajah S4[b]

(50 marks/markah)

- Q5. [a]** The rigid beam AC as shown in Figure Q5[a] is supported at its end by two steel tie rods, AB and CD. The rods have diameters of $d_{AB} = 13\text{mm}$ and $d_{CD} = 8\text{mm}$. If the allowable stress for the steel is $\sigma_{all} = 110\text{MPa}$, determine the intensity of the distributed load w and its length x on the beam AC so that the beam remains in the horizontal position when it is loaded.

Sebatang rasuk tegar AC seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S5[a] disokong di hujungnya dengan dua batang rod besi AB dan CD. Rod tersebut memiliki garispusat $d_{AB} = 13\text{mm}$ and $d_{CD} = 8\text{mm}$. Sekiranya tegasan yang dibenarkan untuk rod besi ialah $\sigma_{all} = 110\text{MPa}$, tentukan keamatan daya agihan w dan panjang x yang dikenakan ke atas rasuk AC supaya rasuk tersebut kekal pada posisi mendatar apabila daya tersebut dikenakan.

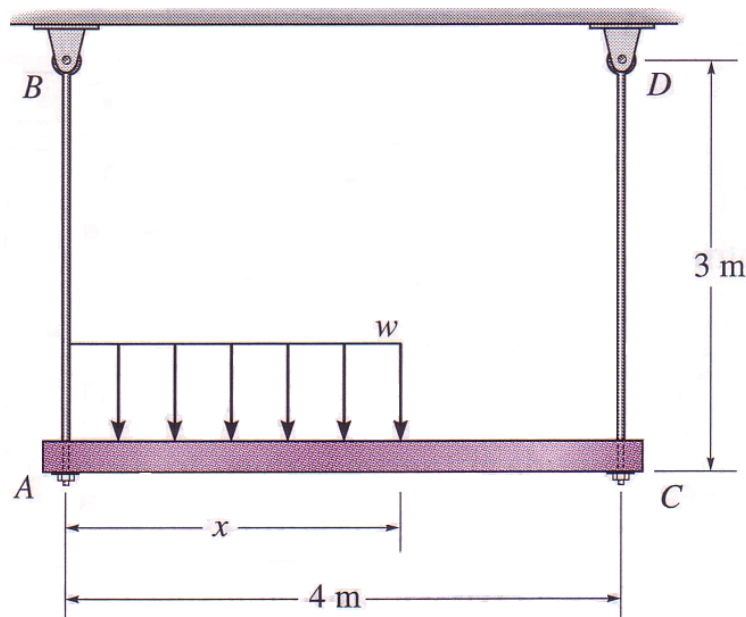


Figure Q5[a]
Rajah S5[a]

(50 marks/markah)

- [b] Refer to Figure Q5[b], each bar has a 25-cm^2 cross-sectional area, modulus of elasticity $E = 100\text{GPa}$ and coefficient of thermal expansion $\alpha = 12 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$. If their temperature is decreased by 50°C from their initial temperature T , what force would need to be applied at A so that the total displacement of point A caused by the temperature change and the force is zero?

Merujuk kepada Rajah S5[b], setiap batang bar memiliki luas keratan rentas 25-cm^2 , modulus elastik Young $E = 100\text{GPa}$ dan pekali pengembangan haba $\alpha = 12 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$. Sekiranya suhu diturunkan sebanyak 50°C berbanding suhu asal T , berapakah daya yang perlu dikenakan di A supaya jumlah anjakan titik A yang disebabkan oleh perubahan suhu dan daya tersebut ialah sifar?

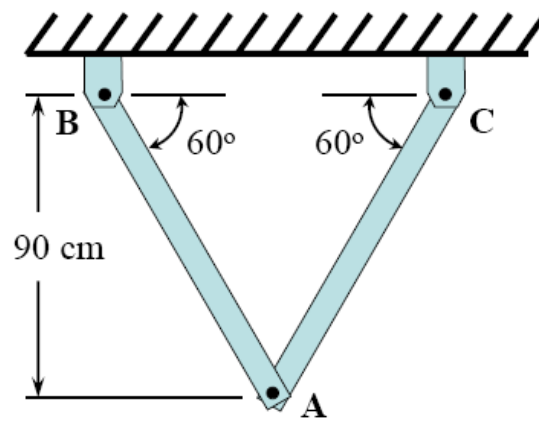


Figure Q5[b]
Rajah S5[b]

(50 marks/markah)

-0000000000-

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
Academic Session 2010/2011

April/May 2011

EMM 222/4 – Dynamics & Mechanisms
Dinamik & Mekanisma

Duration : 3 hours
Masa : 3 jam

INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:
ARAHAN KEPADA CALON :

Please check that this paper contains **TEN (10)** printed pages, **ONE (1)** page appendix and **FIVE (5)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEPULUH (10)** mukasurat bercetak, **SATU (1)** mukasurat lampiran dan **LIMA (5)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **ALL** questions.
*Jawab **SEMUA** soalan.*

Appendix/Lampiran :

1. Fundamental Equations of Dynamics [1 page/mukasurat]

Answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.

*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin from a new page.

Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.

- Q1. [a] Starting from rest, a particle moving in a straight line has an acceleration of $a = (2t - 6) \text{ m/s}^2$, where t is in seconds. Determine:**
- (i) The particle's velocity when $t = 6 \text{ s}$,**
 - (ii) The particle's position when $t = 11 \text{ s}$.**

Bermula dari rehat, satu zarah yang bergerak lurus mempunyai pecutan $a = (2t - 6) \text{ m/s}^2$, dimana t dalam saat. Tentukan:

- (i) Halaju zarah apabila $t = 6 \text{ s}$,*
- (ii) Kedudukan zarah apabila $t = 11 \text{ s}$.*

(20 marks/markah)

- [b] The test car in Figure Q1[b] starts from rest and travels along a straight track such that it accelerates at a constant rate for 15 s and then decelerates at a constant rate.**
- (i) Draw the v-t graph**
 - (ii) Draw the s-t graph**
 - (iii) Determine the time t' needed to stop the car**
 - (iv) How far has the car traveled?**

Kereta ujian dalam Rajah S1[b] bermula dari rehat dan bergerak atas jalanraya lurus di mana ianya memecut pada kadar tetap untuk 15 s dan menyahpecutan pada kadar tetap.

- (i) Lukiskan geraf v-t*
- (ii) Lukiskan geraf s-t*
- (iii) Tentukan masa t' yang diperlukan untuk kereta itu berhenti*
- (iv) Berapa jauh kereta itu sudah berjalan?*

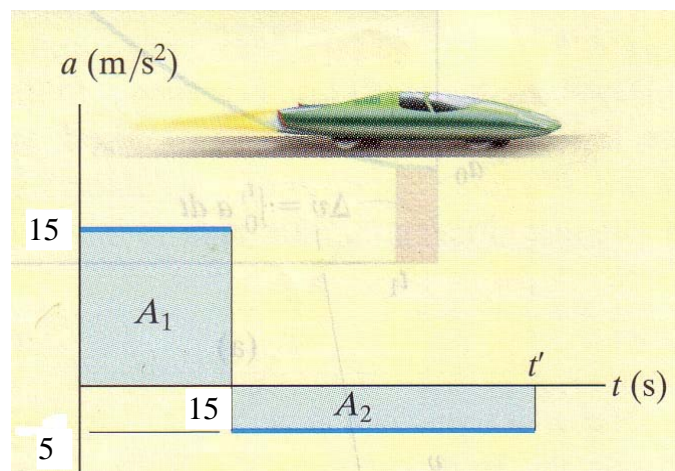


Figure Q1[b]
Rajah S1[b]

(40 marks/markah)

- [c] A projectile is fired with an initial velocity of 300 m/s at a target B located 600 m above the gun A and at a horizontal distance of 3600 m as shown in Figure Q1[c]. Neglecting air resistance, determine the value of the firing angle α . Hint: $\frac{1}{\cos^2 \alpha} = \sec^2 \alpha = 1 + \tan^2 \alpha$

Satu peluru dilepaskan dengan hadlaju permulaan 300 m/s pada sasaran B dilokasi 600 m di atas penembak A dan pada jarak mendatar 3600 m seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S1[c]. Dengan mengabaikan halangan udara, tentukan nilai sudut lepasan α . Petua: $\frac{1}{\cos^2 \alpha} = \sec^2 \alpha = 1 + \tan^2 \alpha$

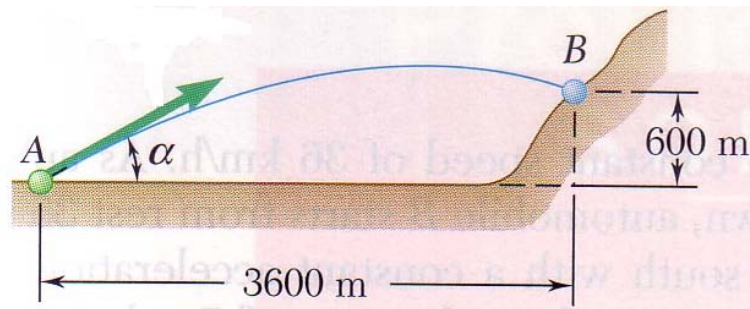


Figure Q1[c]
Rajah S1[c]

(40 marks/markah)

- Q2. [a] A spring is used to stop a 60-kg package which is sliding on a horizontal surface as shown in Figure Q2[a]. The spring has a constant $k = 20 \text{ kN/m}$ and is held by cables so that it is initially compressed 120 mm. Knowing that the package has a velocity of a 2.5 m/s in the position shown and that the maximum additional compression of the spring is 40 mm when the package hit the spring, determine:
- The coefficient of kinetic friction between the package and the surface
 - The velocity of the package as it bounces back from hitting the spring

Satu pegas digunakan untuk memberhentikan bungkusan 60 kg yang meluncur di atas permukaan mendatar seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S2[a]. Pegas tersebut mempunyai pemalar $k = 20 \text{ kN/m}$ dan dipegang oleh kabel yang pada mulanya dimampatkan 120 mm. Dengan mengetahui bungkusan mempunyai hadlaju 2.5 m/s pada kedudukan yang ditunjukkan dan mampatan tambahan maksima pegas sebanyak 40 mm selepas bungkusan tersebut mengenai pegas, tentukan

- Nilai pekali kinetik geseran di antara bungkusan dan permukaan
- Hadlaju bungkusan selepas ia berpatah balik daripada berlanggar pegas

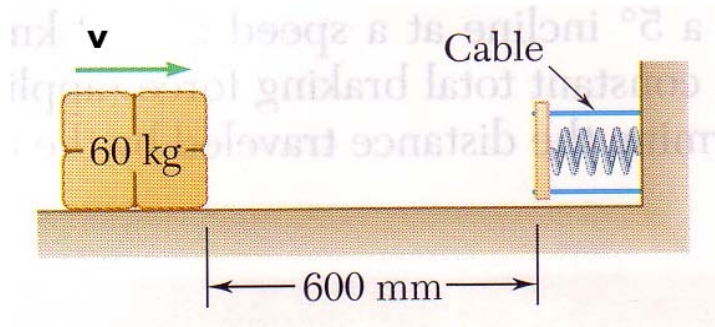


Figure Q2[a]

Rajah S2[a]

(40 marks/markah)

- [b] At an intersection car B was traveling south and car A was traveling 30° north of east when they slammed into each other as shown in Figure Q2[b]. Upon investigation it was found that after the crash the two cars got stuck and skidded off at an angle of 10° north of east. Each driver claimed that he was going at the speed limit of 50 km/h and that he tried to slow down but could not avoid the crash because the other driver was going a lot faster. Knowing that the mass of cars A and B were 1600 kg and 1200 kg respectively, determine:
- which car was going faster before the crash
 - the speed of the faster of the two cars if the slower car was traveling at the speed limit

Pada satu persimpangan, kereta B bergerak ke arah selatan dan kereta A bergerak 30° dari utara timur bila mereka berlanggar sesama sendiri seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S2[b]. Selepas disiasat, didapati selepas perlanggaran kedua-dua kereta bergabung dan meluncur pada arah 10° utara timur. Setiap pemandu mengatakan yang mereka memandu pada had kelajuan dan cuba untuk memperlakan kereta untuk tidak terlibat daripada perlanggaran tetapi tidak dapat mengelak perlanggaran kerana pemandu yang lain memandu agak laju. Dengan mengetahui jisim kereta A dan kereta B ialah 1600 kg dan 1200 kg, tentukan:

- Kereta yang mana satu dipandu lebih laju sebelum perlanggaran
- Halaju kereta yang lebih laju jika kereta yang lebih perlahan bergerak pada had hadalaju yang ditetapkan

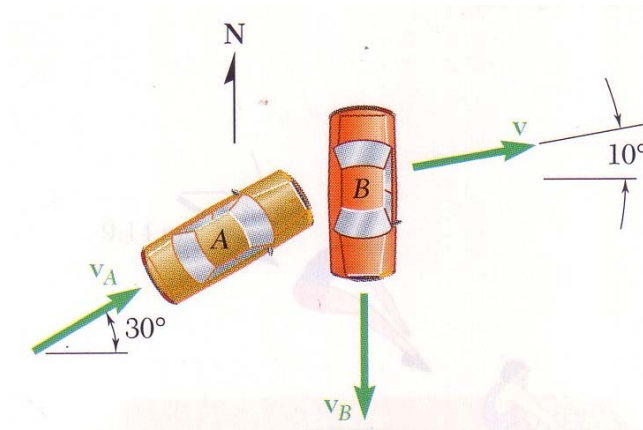


Figure Q2[b]
Rajah S[b]

(30 marks/markah)

- [c] A gear train is shown in Figure Q2[c]. The gears have the following properties : $N_2 = 18$ teeth; $N_3 = 72$ teeth and $P_d = 10$; $N_4 = 16$ teeth and $P_d = 8$; and $N_5 = 48$ teeth where N is number of teeth and P_d is the diametral pitch. Determine :
- the velocity of gear 5 as gear 2 drives at 1200 rpm clockwise.
 - the center distance between gears 2 and 5.

Satu pacuan gear ditunjukkan dalam Rajah S2[c]. Gear-gear tersebut berparameter seperti berikut: $N_2 = 18$ gigi; $N_3 = 72$ gigi dan $P_d = 10$; $N_4 = 16$ gigi dan $P_d = 8$; dan $N_5 = 48$ gigi di mana N adalah jumlah gigi dan P_d ialah pic garis pusat. Tentukan:

- halaju gear 5 jika gear 2 dipacu pada 1200 rpm ikut arah jam.
- jarak pusat di antara gear 2 dan 5.

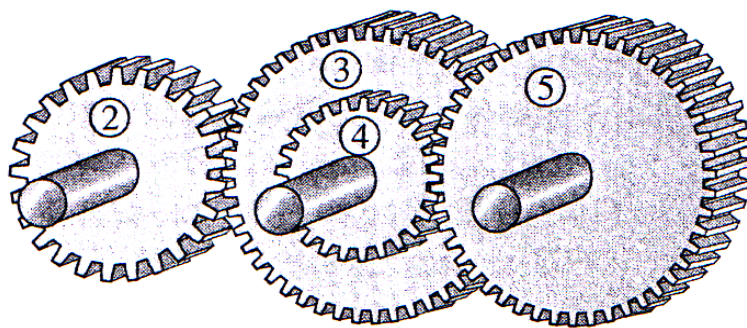


Figure Q2[c]
Rajah S2[c]

(30 marks/markah)

- Q3 [a]** The sliding door has a weight of 1 kN and a center of gravity at G as shown in Figure Q3[a]. Determine the constant force F that must be applied to the door to push it open 3.6 m to the right in 5 s, starting from rest. Also, find the vertical reactions at the rollers A and B.

Pintu gelongsor memiliki berat 1 kN dan pusat graviti di G seperti yang ditunjukkan pada Rajah S3[a]. Tentukan gaya F malar yang harus diterapkan ke pintu untuk menolaknya membuka 3.6 m ke kanan dalam 5 s, mulai dari rehat. Juga, cari daya tindakbalas menegak pada geguling A dan B.

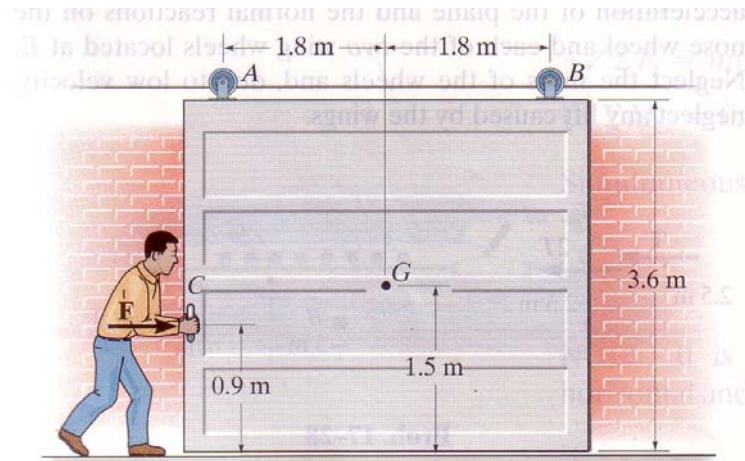


Figure Q3[a]
Rajah S3[a]

(40 marks/markah)

- [b]** Figure Q3[b] shows the internal gearing of a spinner used for drilling wells. With constant angular acceleration, the motor M rotates the shaft S to 100 rev/min in $t = 2$ s starting from rest. Determine the angular acceleration of the drill-pipe connection D and the number of revolutions it makes during the 2-s start up.

Rajah S3[b] menunjukkan gear dalaman pemusing yang digunakan untuk telaga gerudi. Dengan pecutan sudut malar, motor M memutar aci S kepada 100 pusingan/ minit pada $t = 2$ s bermula daripada rehat. Tentukan pecutan sudut sambungan D paip dril dan jumlah pusingan paip dril memusing semasa 2 s tersebut.

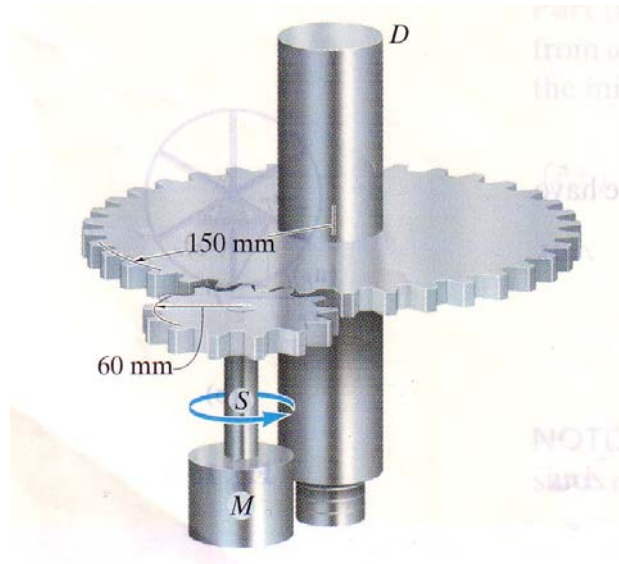


Figure Q3[b]
Rajah S3[b]

(30 marks/markah)

- [c] If bar AB has an angular velocity $\omega_{AB} = 6 \text{ rad/s}$ as shown in Figure Q3[c], determine the velocity of the slider block C at the instant $\theta = 45^\circ$ and $\phi = 30^\circ$. Given : $r_{AB} = 200 \text{ mm}$ dan $r_{BC} = 500 \text{ mm}$.

Jika bar AB mempunyai kelajuan sudut $\omega_{AB} = 6 \text{ rad/s}$ seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S3[c], tentukan halaju blok slider C pada ketika $\theta = 45^\circ$ and $\phi = 30^\circ$. Diberi : $r_{AB} = 200 \text{ mm}$ dan $r_{BC} = 500 \text{ mm}$

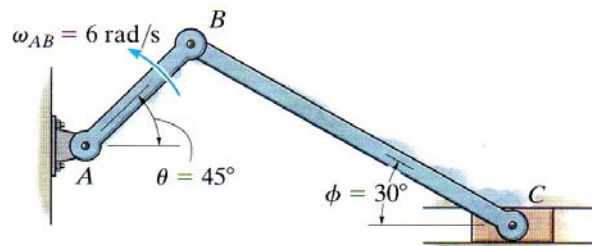


Figure Q3[c]
Rajah S3[c]

(30 marks/markah)

- Q4. [a]** The mechanism for a car window winder is shown in Figure Q4[a]. Here the handle turns the small cog C, which rotates the spur gear S, thereby rotating the fixed-connected level AB which raises track D in which the window rests. The window is free to slide on the track. If the window is wound at 0.5 rad/s, determine the speed of points A and E and the speed V_w of the window at the instant $\theta = 30^\circ$.

Mekanisme guling tetingkap kereta ditunjukkan pada Rajah S4[a]. Di sini pemegang memutar 'cog' kecil C, yang memutar gear spur S, dan ini memutar pemegang tetap AB berputar dan seterusnya meningkatkan komponen D dimana tetingkap terletak. Tetingkap bebas untuk meluncur di trek. Jika tetingkap ini dibuka sebesar 0.5 rad/s, tentukan kelajuan titik A dan E dan kelajuan V_w tetingkap pada ketika $\theta = 30^\circ$.

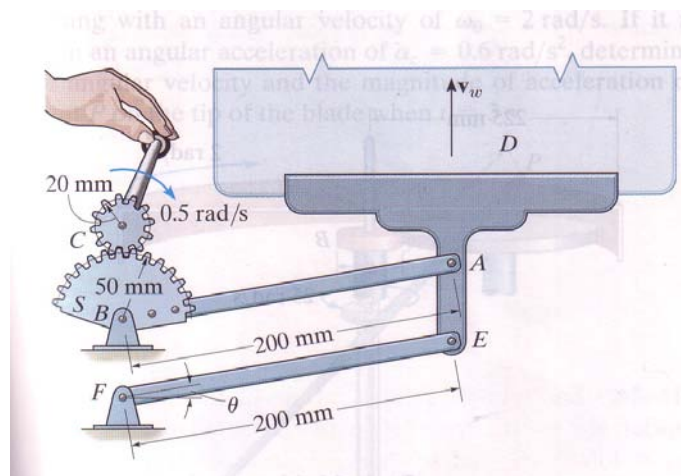


Figure Q4[a]
Rajah S4[a]

(50 marks/markah)

- [b]** The planetary gear system is used in an automatic transmission for an automobile as shown in Figure Q4[b]. By locking or releasing certain gears, it has the advantage of operating the car at different speeds. Consider the case where the ring gear R is rotating at $\omega_R = 3$ rad/s, and the sun gear S is held fixed, $\omega_S = 0$. Determine the angular velocity of each of the planet gears P and shaft A.

Sistem gear planet digunakan dalam penghantaran automatik untuk kereta seperti yang ditunjukkan pada Rajah S4[b]. Dengan mengunci atau melepaskan gigi tertentu, ia mempunyai keberkesanan dalam operasi kereta dengan mengawal kelajuan yang berbeza. Pertimbangkan kes di mana gear cincin R berputar pada $\omega_R = 3$ rad/s, dan gear matahari S dipegang tetap, $\omega_S = 0$. Tentukan halaju sudut gear planet P dan aci A.

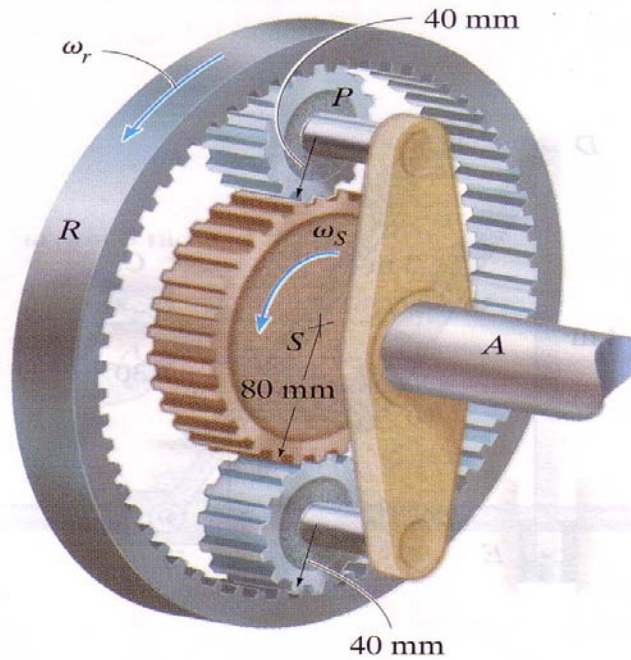
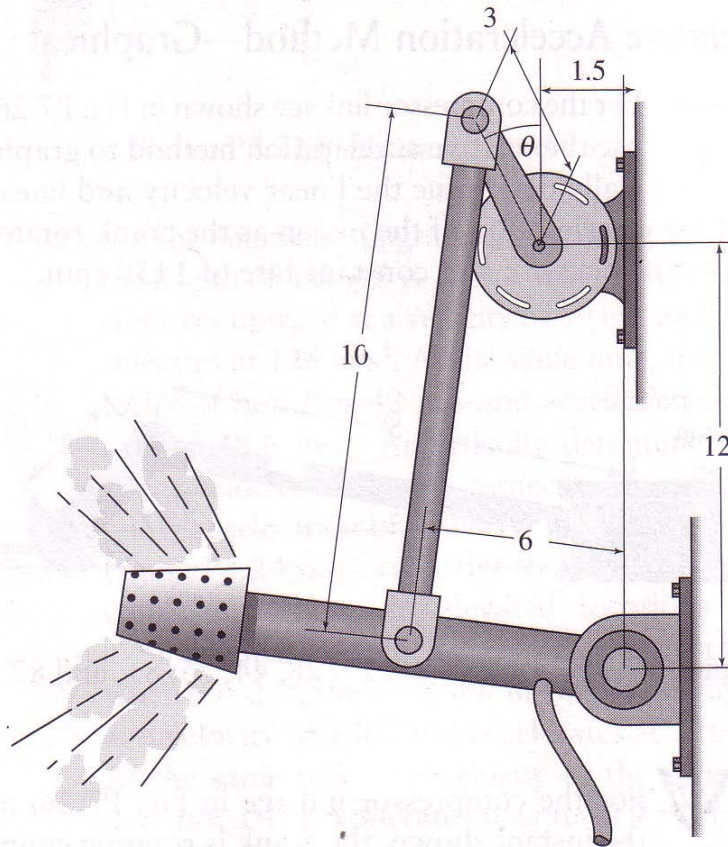


Figure Q4[b]
Rajah S4[b]

(50 marks/markah)

- Q5. [a] Figure Q5[a] illustrates a linkage that operates a water nozzle at an automatic car wash. The motor rotates counterclockwise at a constant rate of 120 rpm. At the instant when $\theta = 40^\circ$, use the relative acceleration method to graphically determine the angular velocity and angular acceleration of the nozzle arm. All the dimensions are in cm.

Rajah S5[a] menggambarkan satu pautan yang mengendalikan muncung air pada pencuci kereta automatik. Motor berputar berlawanan jam dengan laju malar 120 rpm. Pada ketika $\theta = 40^\circ$, gunakan kaedah pecutan relatif secara grafik untuk menentukan kelajuan sudut dan pecutan sudut lengan muncung tersebut. Semua ukuran adalah dalam cm.

**Figure Q5[a]***Rajah S5[a]***(60 marks/markah)**

- [b]** A cam drive is required for a mechanism that feed papers into a printing press. The cam follower must rise outward 1.0 cm with constant acceleration in 1.7 s, dwell for 0.8 s, fall 0.5 cm with constant acceleration in 0.8 s, dwell for 0.3 s, fall 0.5 cm with constant acceleration in 0.8 s, and then repeat the sequence. Determine the required speed of the cam and graphically plot the a follower displacement diagram.

Sebuah sesondol pandu diperlukan untuk mekanisme yang memasukkan kertas ke dalam mesin cetak. Pengikut sesondol mesti naik 1.0 cm dengan pecutan malar dalam 1.7 s, rehat untuk 0.8 s, jatuh 0.5 cm dengan pecutan malar dalam 0.8 s, rehat untuk 0.3 s, jatuh 0.5 cm dengan pecutan malar dalam 0.8 s, kemudian ulangi urutan. Tentukan kelajuan yang diperlukan sesondol dan secara grafik, plotkan diagram anjakan bagi pengikut tersebut.

(40 marks/markah)

Fundamental Equations of Dynamics

Fundamental Equations of Dynamics

KINEMATICS

Particle Rectilinear Motion

Variable a	Constant $a = a_c$
$a = \frac{dv}{dt}$	$v = v_0 + a_c t$
$v = \frac{ds}{dt}$	$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a_c t^2$
$a ds = v dv$	$v^2 = v_0^2 + 2a_c(s - s_0)$

Particle Curvilinear Motion

x, y, z Coordinates	r, θ, z Coordinates
$v_x = \dot{x}$ $a_x = \ddot{x}$	$v_r = \dot{r}$ $a_r = \ddot{r} - r\dot{\theta}^2$
$v_y = \dot{y}$ $a_y = \ddot{y}$	$v_\theta = r\dot{\theta}$ $a_\theta = r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta}$
$v_z = \dot{z}$ $a_z = \ddot{z}$	$v_z = \dot{z}$ $a_z = \ddot{z}$

n, t, b Coordinates

$v = \dot{s}$	$a_t = \dot{v} = v \frac{dv}{ds}$
	$a_n = \frac{v^2}{\rho}$ $\rho = \frac{[1 + (dy/dx)^2]^{3/2}}{ d^2y/dx^2 }$

Relative Motion

$$\mathbf{v}_B = \mathbf{v}_A + \mathbf{v}_{B/A} \quad \mathbf{a}_B = \mathbf{a}_A + \mathbf{a}_{B/A}$$

Rigid Body Motion About a Fixed Axis

Variable α	Constant $\alpha = \alpha_c$
$\alpha = \frac{d\omega}{dt}$	$\omega = \omega_0 + \alpha_c t$
$\omega = \frac{d\theta}{dt}$	$\theta = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha_c t^2$
$\omega d\omega = \alpha d\theta$	$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha_c(\theta - \theta_0)$

For Point P

$$s = \theta r \quad v = \omega r \quad a_t = \alpha r \quad a_n = \omega^2 r$$

Relative General Plane Motion—Translating Axes

$$\mathbf{v}_B = \mathbf{v}_A + \mathbf{v}_{B/A(\text{pin})} \quad \mathbf{a}_B = \mathbf{a}_A + \mathbf{a}_{B/A(\text{pin})}$$

Relative General Plane Motion—Trans. and Rot. Axis

$$\mathbf{v}_B = \mathbf{v}_A + \boldsymbol{\Omega} \times \mathbf{r}_{B/A} + (\mathbf{v}_{B/A})_{xyz}$$

$$\mathbf{a}_B = \mathbf{a}_A + \boldsymbol{\Omega} \times \mathbf{r}_{B/A} + \boldsymbol{\Omega} \times (\boldsymbol{\Omega} \times \mathbf{r}_{B/A}) + 2\boldsymbol{\Omega} \times (\mathbf{v}_{B/A})_{xyz} + (\mathbf{a}_{B/A})_{xyz}$$

KINETICS

Mass Moment of Inertia

$$I = \int r^2 dm$$

Parallel-Axis Theorem

$$I = I_G + md^2$$

Radius of Gyration

$$k = \sqrt{\frac{I}{m}}$$

Equations of Motion

Particle	$\Sigma \mathbf{F} = m\mathbf{a}$
Rigid Body (Plane Motion)	$\Sigma F_x = m(a_G)_x$ $\Sigma F_y = m(a_G)_y$ $\Sigma M_G = I_G \alpha$ or $\Sigma M_P = \Sigma (\mathcal{M}_k)_P$

Principle of Work and Energy

$$T_1 + U_{1-2} = T_2$$

Kinetic Energy

Particle	$T = \frac{1}{2}mv^2$
Rigid Body (Plane Motion)	$T = \frac{1}{2}mv_G^2 + \frac{1}{2}I_G\omega^2$

Work

Variable force	$U_F = \int F \cos \theta ds$
Constant force	$U_F = (F_c \cos \theta) \Delta s$
Weight	$U_W = -W \Delta y$
Spring	$U_s = -(\frac{1}{2}ks_2^2 - \frac{1}{2}ks_1^2)$
Couple moment	$U_M = M \Delta \theta$

Power and Efficiency

$$P = \frac{dU}{dt} = \mathbf{F} \cdot \mathbf{v} \quad \epsilon = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} = \frac{U_{\text{out}}}{U_{\text{in}}}$$

Conservation of Energy Theorem

$$T_1 + V_1 = T_2 + V_2$$

Potential Energy

$$V = V_g + V_e, \text{ where } V_g = \pm W y, V_e = +\frac{1}{2}ks^2$$

Principle of Linear Impulse and Momentum

Particle	$m\mathbf{v}_1 + \Sigma \int \mathbf{F} dt = m\mathbf{v}_2$
Rigid Body	$m(\mathbf{v}_G)_1 + \Sigma \int \mathbf{F} dt = m(\mathbf{v}_G)_2$

Conservation of Linear Momentum

$$\Sigma(\text{syst. } m\mathbf{v})_1 = \Sigma(\text{syst. } m\mathbf{v})_2$$

Coefficient of Restitution

$$e = \frac{(v_B)_2 - (v_A)_2}{(v_A)_1 - (v_B)_1}$$

Principle of Angular Impulse and Momentum

Particle	$(\mathbf{H}_O)_1 + \Sigma \int \mathbf{M}_O dt = (\mathbf{H}_O)_2$ where $H_O = (d)(mv)$
Rigid Body (Plane motion)	$(\mathbf{H}_G)_1 + \Sigma \int \mathbf{M}_G dt = (\mathbf{H}_G)_2$ where $H_G = I_G \omega$ $(\mathbf{H}_O)_1 + \Sigma \int \mathbf{M}_O dt = (\mathbf{H}_O)_2$ where $H_O = I_O \omega$

Conservation of Angular Momentum

$$\Sigma(\text{syst. } \mathbf{H})_1 = \Sigma(\text{syst. } \mathbf{H})_2$$

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
Academic Session 2010/2011

April/May 2011

EMM 342 – Noise & Vibration
Hingar & Getaran

Duration : 3 hours
Masa : 3 jam

INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:
ARAHAN KEPADA CALON:

Please check that this paper contains **TEN (10)** printed pages, **FOUR (4)** pages appendix and **SIX (6)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEPULUH (10)** mukasurat bercetak, **EMPAT (4)** mukasurat lampiran dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **ALL** questions.
*Jawab **SEMUA** soalan.*

Appendix/Lampiran :

- | | |
|--|--------------------|
| 1. Fundamental Equations in Vibration
<i>Persamaan Asas Getaran</i> | [1 page/mukasurat] |
| 2. Equal Loudness Curve
<i>Lengkungan Sama Nyaring</i> | [1 page/mukasurat] |
| 3. Acoustical Properties of Substances
<i>Ciri-ciri Akustik Bahan</i> | [1 page/mukasurat] |
| 4. Energy Attenuation Constant for Air
<i>Pengecilan Pekali Tenaga Bagi Udara</i> | [1 page/mukasurat] |

Answer to each question must begin from a new page.
Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.
Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.

Q1. [a] Provide BRIEF answers in words to the following questions:

- (i) What is the difference between free vibration and forced vibration?
- (ii) What is viscous damping?
- (iii) What is the effect of damping to the frequency of vibration of a free vibrating system?
- (iv) Explain the following terms: Amplitude ratio; Force Transmissibility Ratio; Displacement Transmissibility Ratio.

Jawab soalan-soalan berikut secara RINGKAS:

- (i) *Apakah perbezaan di antara getaran bebas dan getaran paksaan?*
- (ii) *Apakah redaman likat?*
- (iii) *Apakah kesan nisbah redaman ke atas frekuensi getaran sesuatu sistem getaran bebas?*
- (iv) *Terangkan istilah-istilah ini: Nisbah amplitud; Nisbah Kebolehpindahan Daya; Nisbah Kebolehpindahan Anjakan.*

(40 marks/markah)

[b] Consider a bird of 5 kg mass landing at the end of the static helicopter rotor blade as shown in Figure Q1[b]. Due its momentum, the bird experiences vertical vibration as it grips the blade. Assume that:

- the bird has a vertical velocity of 10 cm/s as it lands on the rotor blade,
- the blade has equivalent spring stiffness $k = 100 \text{ N/cm}$ and damping coefficient $c = 0.2 \text{ Ns/cm}$, and
- the vibration of the bird on the blade can be modeled as a single degree-of-freedom system.

- (i) Find the response of the vibration of the bird. Neglect the mass of the rotor blade.
- (ii) Sketch the response for the displacement $x(t)$ with at least FOUR cycles.
- (iii) Find the minimum damping coefficient such that the bird would not experience any vibration at all.

Perhatikan seekor burung yang mendarat pada hujung bilah rotor sebuah helikopter yang tertera di dalam Rajah S1[b]. Disebabkan oleh momentumnya burung itu mengalami getaran menegak sewaktu ia menggenggam bilah itu. Anggapkan bahawa:

- burung itu mempunyai kelajuan menegak sebanyak 10 cm/s ketika ia mendarat,
- bilah itu mempunyai kekakuan setara pegas $k = 100 \text{ N/cm}$ dan pekali redaman $c = 0.2 \text{ Ns/cm}$, dan
- getaran burung tersebut di atas bilah helikopter itu boleh dimodel sebagai sistem satu darjah kebebasan.

- Tentukan tindak balas getaran burung itu. Abaikan jisim bilah rotor.
- Lakarkan tindak balas itu bagi anjakan $x(t)$ dengan sekurang-kurangnya EMPAT kitaran.
- Tentukan pekali redaman minima di mana burung itu tidak akan mengalami sebarang getaran.

Rotor blade



Figure Q1[b]
Rajah S1[b]

(60 marks/markah)

Q2. Consider a washing machine that is operating during a spin cycle with unbalanced wet clothes as illustrated in Figure Q2. Assume the clothes basket is attached to the body of the washing machine with equivalent stiffness constant and damping ratio are k and ζ , respectively.

- Explain with the aid of a sketch how the unbalanced wash load causes vibration during the spin cycle.
- Let the bundle of unbalanced wet clothes form a mass of 10 kg. The rotating basket is 20 kg and its diameter is 0.5 m. For the equivalent $k = 1 \text{ kN/m}$ and $\zeta = 0.01$, determine the response of the washing basket at the spin cycle speed of 300 rpm.
- Estimate the force transmissibility ratio of the rotating basket to the outer body of the washing machine.

(iv) Provide all your assumptions in the modeling of the problem.

Pertimbangkan sebuah mesin basuh seperti yang tertera di dalam Rajah S2 yang beroperasi pada kitaran basuhan dengan pakaian basah yang tidak seimbang. Anggapkan bakul pakaian disambung kepada badan mesin basuh dengan kekakuan setara pegas k dan nisbah redaman ζ .

- (i) Terangkan dengan bantuan lakaran bagaimana beban basuhan yang tak seimbang menyebabkan getaran sewaktu putaran pengeringan.*
- (ii) Andaikan beban basuhan tak seimbang membentuk jisim seberat 10 kg. Bakul yang berputar itu berjisim 20 kg dan bergaris pusat 0.5 m. Bagi nilai setara $k = 1 \text{ kN/m}$ dan $\zeta = 0.01$, tentukan tindak balas bakul itu pada kelajuan kitaran 300 rpm.*
- (iii) Anggarkan keboleh hantaran daya bakul yang berputar itu ke atas dinding mesin basuh.*

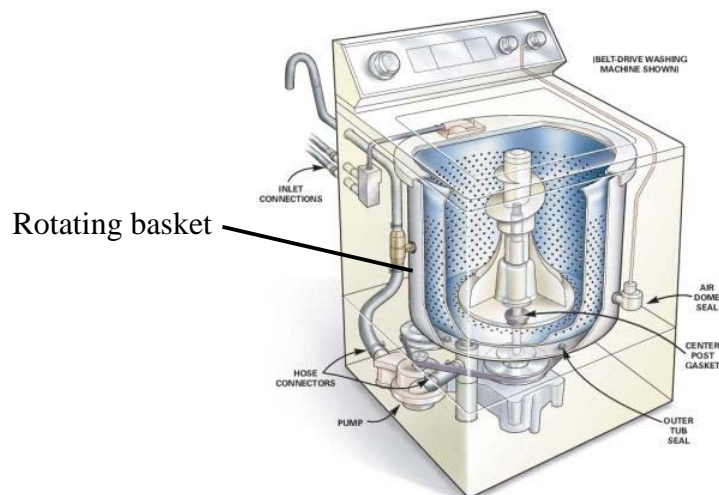


Figure Q2
Rajah S2

(100 marks/markah)

Q3. [a] Consider the system shown in Figure Q3[a].

$$m_1 = 4 \text{ kg}, m_2 = 1 \text{ kg}, k_1 = 3 \text{ N/m}; k_2 = 1 \text{ N/m}.$$

- (i) Sketch the free body diagrams of m_1 and m_2**
- (ii) Determine the equations of motions for m_1 and m_2 as a matrix equation with K and M matrices.**
- (iii) Derive the characteristic equation of the system by setting it as an eigenvalue problem.**

- (iv) Solve the above problem and use the results to sketch the principal modes of the vibration.

Pertimbangkan sistem seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah S3[a].

$$m_1 = 4 \text{ kg}, m_2 = 1 \text{ kg}, k_1 = 3 \text{ N/m}; k_2 = 1 \text{ N/m}.$$

- (i) Lukis rajah jasad bebas bagi m_1 dan m_2 .
- (ii) Tentukan persamaan-persamaan pergerakan bagi m_1 dan m_2 sebagai persamaan matriks dengan matriks-matriks \mathbf{K} dan \mathbf{M} .
- (iii) Terbitkan persamaan ciri sistem dengan cara menyelesaikan melalui permasalahan nilai eigen.
- (iv) Selesaikan masalah di atas dan gunakan keputusannya untuk melakarkan bentuk-bentuk mod getaran.

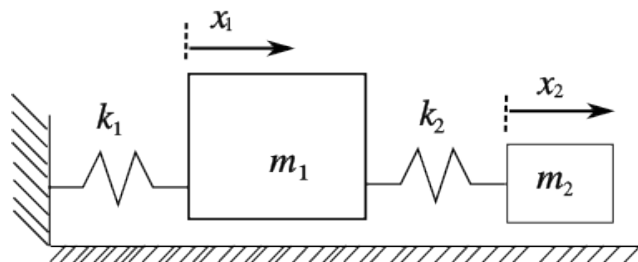


Figure Q3[a]
Rajah S3[a]

(70 marks/markah)

- [b] A Stockbridge damper as depicted in Figure Q3[b] is a damper that is commonly used to suppress wind-induced vibrations on power lines using the principle of dynamic vibration absorption. By way of 2-DOF model, free body diagram, and relevant plots, explain the disadvantages of this damper system.

Peredam Stockbridge seperti yang tertera di dalam Rajah S3[b] adalah peredam yang biasa digunakan untuk mengurangkan getaran kabel kuasa disebabkan oleh tiupan angin. Dengan menggunakan model 2 darjah kebebasan, gambarajah jasad bebas, serta plot-plot yang berkaitan, terangkan kekurangan-kekurangan sistem redaman ini.

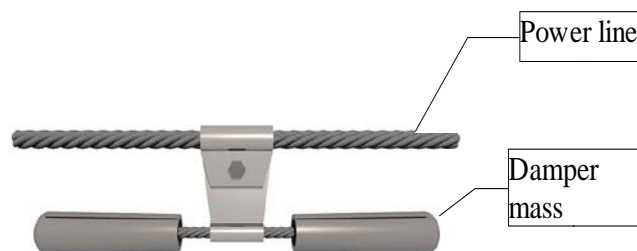


Figure Q3[b]/Rajah S3[b]

(30 marks/markah)

- Q4. [a] Explain the differences between:**
- (i) threshold of hearing and threshold of feeling
 - (ii) audible sound and ultrasonic sound
 - (iii) characteristic impedance and specific acoustics impedance
 - (iv) free-field and diffuse-field measurement

Terangkan perbezaan-perbezaan antara:

- (i) ambang pendengaran dan ambang rasa
- (ii) bunyi boleh dengar dan bunyi ultrasonik
- (iii) impedans ciri dan impedans akustik tertentu
- (iv) pengukuran medan bebas dan medan resap

(40 marks/markah)

- [b] A measurement to determine the threshold of hearing is done for a group of young and old people. With their average ages are 20, 30, 40 and 60 years, sketch the approximate envelope of audible sound on a sound pressure versus frequency plot, then explain your answer.**

Pengukuran untuk menentukan ambang pendengaran dibuat keatas sekumpulan orang muda dan tua. Dengan purata umur 20, 30, 40 dan 60 tahun, lakarkan plot tekanan bunyi lawan frekuensi bagi anggaran sampel bunyi boleh dengar, terangkan jawapan anda.

(60 marks/markah)

- Q5. [a] In Figure Q5[a], two sound sources A and B radiate sound into space with 10 watts of power at frequency of 1000 Hz. Calculate the sound power level, intensity level and sound pressure level at radial distance of 10 m from the sources. Assume that the air is at 20° C and 1 atm.**

Dalam Rajah S5[a], dua sumber bunyi A dan B menyebarkan bunyi ke dalam ruang dengan kuasa 10 watts pada frekuensi 1000 Hz. Kira paras kuasa bunyi, paras keamatan dan paras tekanan bunyi pada jarak jejari 10 m dari sumber. Anggapkan udara pada 20° C dan tekanan 1 atm.



Figure Q5[a] Side view of enclosed space
Rajah S5[a] Pandangan sisi ruang tertutup

(50 marks/markah)

- [b] **Explain the relation between hearing sensitivity and sound frequencies based on equal loudness curves in Appendix 2.**

Huraikan hubungan antara kepekaan pendengaran dan frekuensi bunyi berdasarkan lengkungan sama kenyaringan pada Lampiran 2.

(20 marks/markah)

- [c] **Given the sound power transmission coefficient, $\alpha_t = \frac{4z_1z_2}{(z_2+z_1)^2}$ and the sound power reflection coefficient, $\alpha_r = \frac{z_2z_1}{(z_2+z_1)^2}$ where z_1 and z_2 are the impedance for medium 1 and 2, respectively. Using the acoustical properties of substances in Appendix 3, determine the three cases for sound transmission between two medium.**

Diberi pekali penghantaran kuasa bunyi, $\alpha_t = \frac{4z_1z_2}{(z_2+z_1)^2}$ dan pekali pantulan kuasa bunyi, $\alpha_r = \frac{z_2z_1}{(z_2+z_1)^2}$ dimana z_1 and z_2 masing-masing adalah impedans bagi bahan 1 dan 2. Menggunakan ciri-ciri akustik bahan dalam Lampiran 3, tentukan tiga keadaan bagi penghantaran bunyi antara dua bahan.

(30 marks/markah)

- Q6. [a] **The reverberation time at room temperature is related to room dimensions (V) and the total absorption (A) by simple expression, $T = \frac{0.161 \times V}{A}$. To account for the inherent absorption of sound due to the air in a room, explain the reverberation time when the relative humidity is 30% and 70%. (See Appendix 4)**

Masa gemaan pada suhu bilik dikaitkan dengan dimensi ruang (V) dan jumlah penyerapan (A) dengan ungkapan mudah, $T = \frac{0.161 \times V}{A}$. Dengan mengambil kira penyerapan bunyi terwujud dalam udara di dalam ruang, terangkan masa gemaan bagi kelembapan relatif 30% dan 70%. (Lihat Appendix 4)

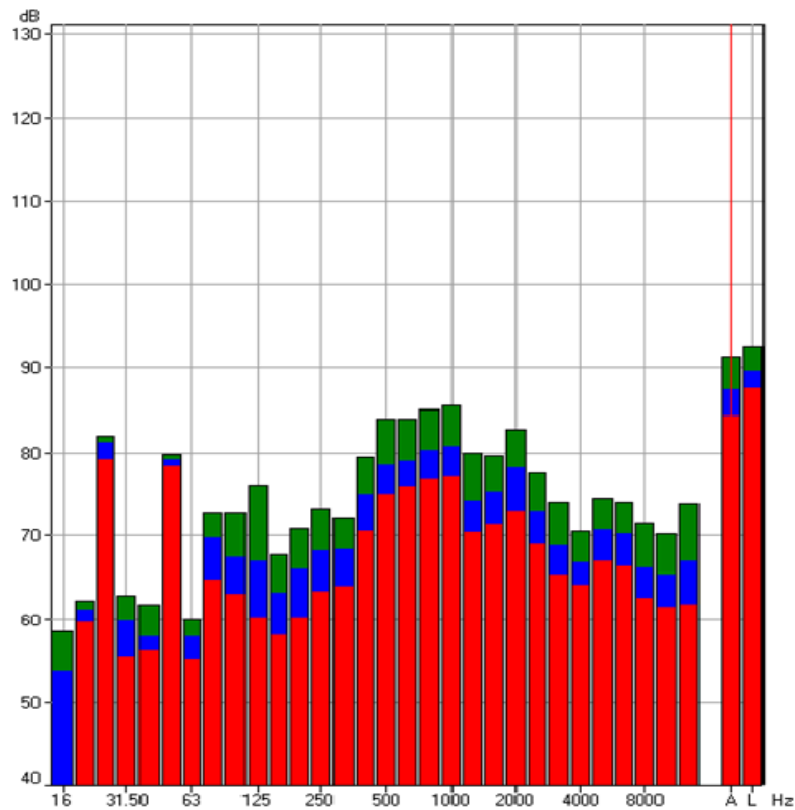
(40 marks/markah)

[b] The Figures Q6[b] show the result of sound measurements of a rotating motor in a room.

- (i) Explain clearly how to implement the background noise corrections.**
- (ii) Explain whether the room is suitable for lecture if there is no acoustic correction.**

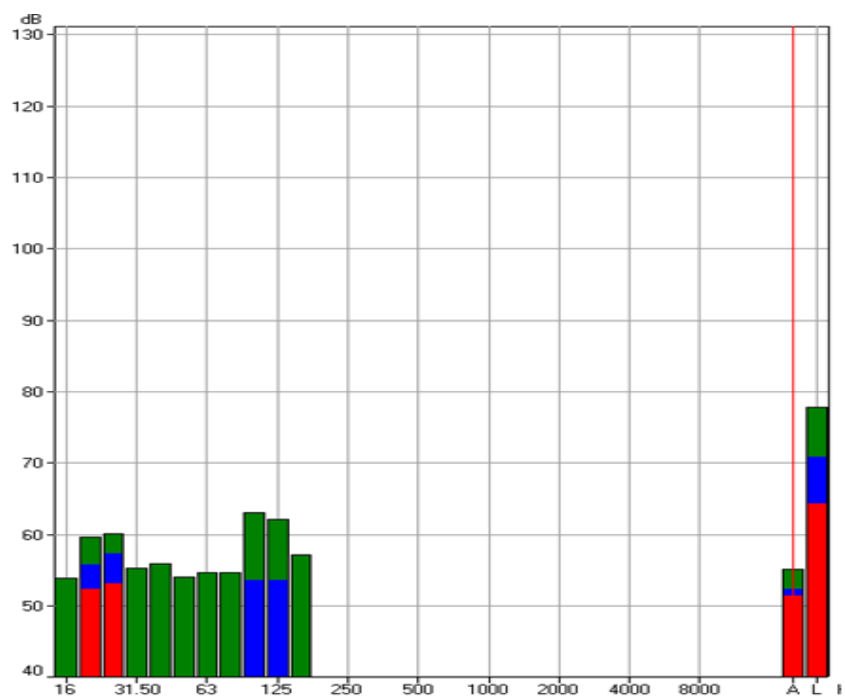
Rajah-raja S6[b] menunjukkan keputusan pengukuran bunyi bagi putaran motor dalam sebuah bilik.

- (i) Terangkan dengan jelas bagaimana untuk melakukan pembetulan hingar latarbelakang.*
- (ii) Nyatakan sama ada bilik ini sesuai untuk syarahan jika tiada pembetulan akustik dilakukan.*

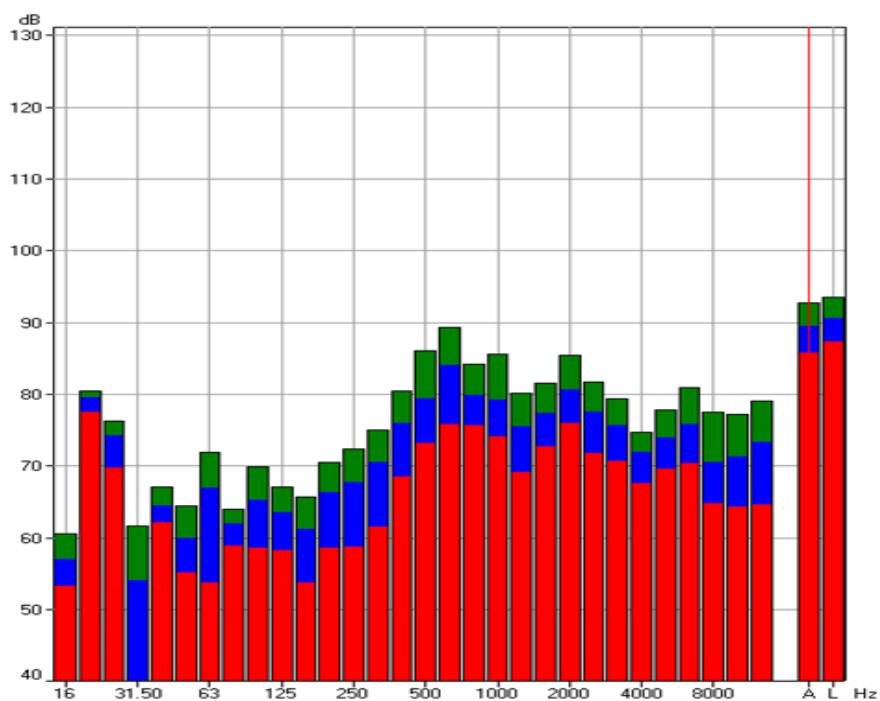


1. Air cond “ON”- Motor “ON”

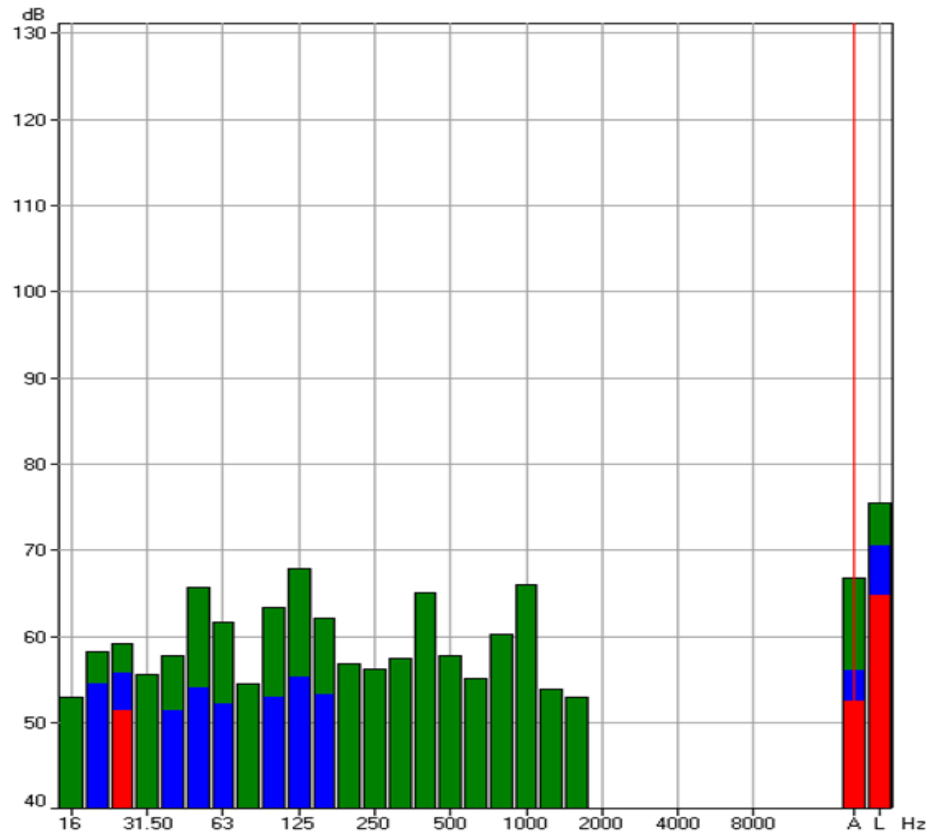
-9-



2. Air cond “ON” – motor “OFF”



3. Air cond “OFF”- Motor “ON”



4. Air cond “OFF” – motor “OFF”.

Figure Q6[b]
Rajah S6[b]

(60 marks/markah)

-oooOOooo-

Fundamental Equations in Vibration

$$1. \quad \zeta = \frac{c}{2m\omega_n};$$

$$2. \quad x(t) = Ce^{-\zeta\omega_n t} \sin(\omega_d t + \psi); \quad \omega_d = \sqrt{1 - \zeta^2}\omega_n$$

$$C = \sqrt{x_0^2 + \frac{(\dot{x}_0 + \zeta\omega_n x_0)^2}{(1 - \zeta^2)\omega_n^2}}; \quad \psi = \tan^{-1} \frac{\sqrt{1 - \zeta^2}\omega_n x_0}{\dot{x}_0 + \zeta\omega_n x_0}$$

$$3. \quad \text{For } F(t) = m\omega^2 \sin \omega t$$

$$X = \frac{m\omega^2}{\sqrt{(k - M\omega^2)^2 + (c\omega)^2}}; \quad \phi = \tan^{-1} \left[\frac{c\omega}{k - M\omega^2} \right]$$

$$\frac{F_T}{F_0} = \left[\frac{1 + (2\zeta r)^2}{(1 - r^2)^2 + (2\zeta r)^2} \right]^{1/2}$$

$$4. \quad \det \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} = ad - bc$$

APPENDIX 2 / LAMPIRAN 2

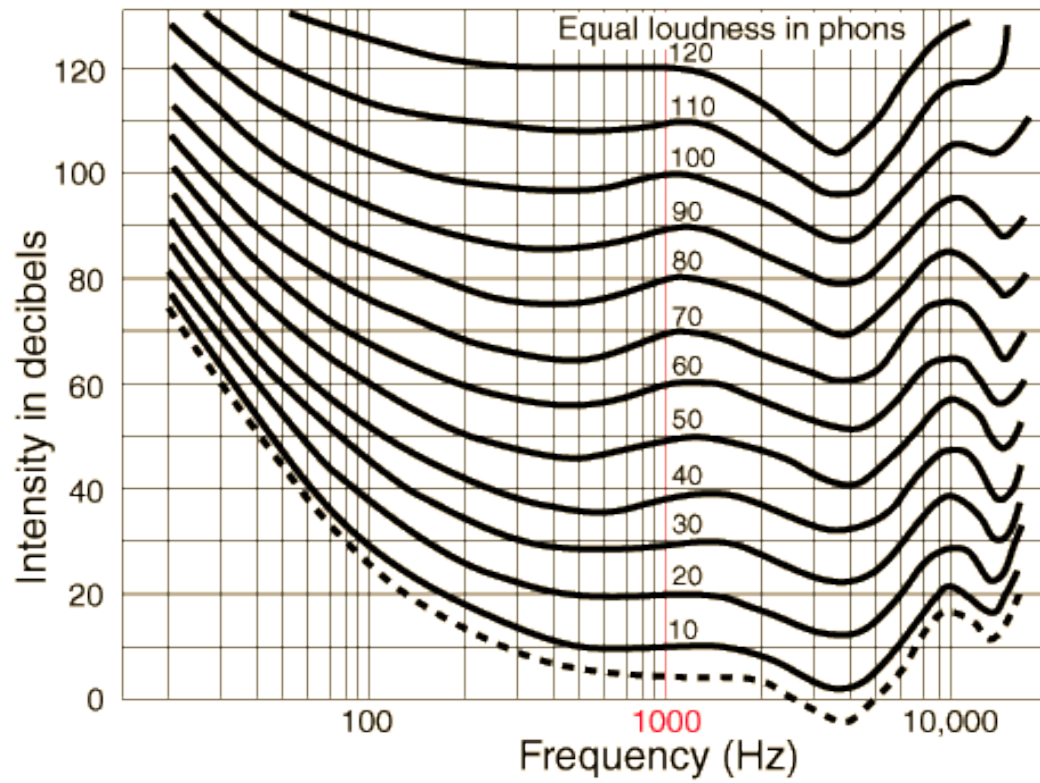


Figure Q5[b]: Equal Loudness Curves
Rajah S5[b]: Lengkungan Sama Nyaring

APPENDIX 3 / LAMPIRAN 3

Acoustical Properties of Substances

Substance	Young's Modulus E-Newtons/m ²	Poisson's Ratio ν	Density ρ - kg/m ³	Speed of sound c - m/s	Charact. Impedance ρc - MKS rayls
Steel (C.38)	20.0×10^{10}	0.29	7,700	5,100	3.93×10^7
Tin	4.5×10^{10}	0.33	7,300	2,500	1.83×10^7
Tungsten	35.0×10^{10}	0.17	19,000	4,300	8.17×10^7
Wood	1.2×10^{10}	-	650	4,300	2.80×10^6
Zinc	8.2×10^{10}	0.17	7,100	3,400	2.41×10^7
Alcohol (ethel, 20°C)			790	1,150	9.09×10^5
Castor Oil (20°C)			950	1,540	1.46×10^6
Gasoline			680	1,390	9.45×10^5
Glycerin (20°C)			1,260	1,980	2.49×10^6
Mercury (20°C)			13,600	1,450	1.97×10^7
Turpentine (20°C)			870	1,250	1.09×10^6
Water (fresh, 20°C)			998	1,481	1.48×10^6
Water (fresh, 13°C)			1,000	1,441	1.44×10^6
Water (sea, 13°C)			1,026	1,500	1.54×10^6
Air (0°C)			1.293	331	428
Air (20°C)			1.21	343	415
Carbon Monoxide			1.25	337	421
Carbon Dioxide (low freq., 0°C)			1.98	258	511
Carbon Dioxide (high freq., 0°C)			1.98	269	533
Chlorine			3.17	205	650
Hydrogen (0°C)			0.09	1,270	114
Methane			0.72	432	311
Nitrogen			1.25	336	420
Oxygen (0°C)			1.43	317	453
Steam (100°C)			0.60	405	243

APPENDIX 4 / LAMPIRAN 4

Energy Attenuation Constant for Air**(a) 4m (1/ft)**

Relative Humidity	Temperature °C(°F)	2,000 Hz	4,000 Hz	6,300 Hz	8,000 Hz
30%	15 (59)	0.0044	0.0148	0.0322	0.0410
	20 (68)	0.0036	0.0116	0.0256	
	25 (77)	0.0035	0.0095	0.0209	
	30 (86)	0.0034	0.0086	0.0172	
50%	15 (59)	0.0030	0.0087	0.0191	0.0260
	20 (68)	0.0020	0.0074	0.0153	
	25 (77)	0.0029	0.0072	0.0135	
	30 (86)	0.0028	0.0071	0.0130	
70%	15 (50)	0.0027	0.0068	0.0138	0.0184
	20 (68)	0.0026	0.0065	0.0122	
	25 (77)	0.0026	0.0064	0.0118	
	30 (86)	0.0025	0.0063	0.0117	

(b) 4m (1/m)

30%	15 (59)	0.0143	0.0486	0.1056	0.1360
	20 (68)	0.0119	0.0379	0.0840	
	25 (77)	0.0114	0.0313	0.0685	
	30 (86)	0.0111	0.0281	0.0564	
50%	15 (59)	0.0099	0.0286	0.0626	0.0860
	20 (68)	0.0096	0.0244	0.0503	
	25 (77)	0.0095	0.0235	0.0444	
	30 (86)	0.0092	0.0233	0.0426	
70%	15 (59)	0.0088	0.0223	0.0454	0.0600
	20 (68)	0.0085	0.0213	0.0399	
	25 (77)	0.0084	0.0211	0.0388	
	30 (86)	0.0082	0.0207	0.0383	

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2010/2011 Academic Session

April /May 2011

EPE 482/3 – Optical and Surface Metrology
[Metrologi Optik & Permukaan]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:

ARAHAN KEPADA CALON:

Please check that this paper contains **ELEVEN (11)** printed pages and **FIVE (5)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEBELAS (11)** mukasurat bercetak dan **LIMA (5)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **ALL** questions.

*Jawab **SEMUA** soalan.*

You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.

*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin from a new page.

Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

- Q1. [a] Sketch diagrams to illustrate the difference between collinear interference and oblique interference. Give one example of an interferometer that uses collinear interference and one that uses oblique interference.**

Lakarkan rajah untuk menggambarkan perbezaan antara gangguan segaris dan gangguan serong. Berikan satu contoh meter gangguan yang menggunakan gangguan segaris dan gangguan serong.

(15 marks/markah)

- [b] Explain the difference between spatial coherence and temporal coherence. Illustrate with sketches.**

Terangkan perbezaan antara koherens ruang dan koherens masa. Ilustrasi dengan lakaran.

(15 marks/markah)

- [c] Two collinear light waves having a path length difference of r are given by the following expressions:**

$$E_1 = A \cos \left[\frac{2\pi}{\lambda} (z - vt) \right] \quad \text{and} \quad E_2 = A \cos \left[\frac{2\pi}{\lambda} (z - vt - r) \right]$$

where E_1 and E_2 are the electric vectors of the two waves. Derive the expression for the amplitude of the total electric vector at the point $z = z_1$. Hence, derive an expression for the irradiance at that point. Show that the two waves interfere constructively when $r = 0, \lambda, 2\lambda \dots$ and interfere destructively when $r = \lambda/2, 3\lambda/2, 5\lambda/2 \dots$. The following trigonometric formula is given:

$$\cos A + \cos B = 2 \cos \left(\frac{A+B}{2} \right) \cos \left(\frac{A-B}{2} \right)$$

Dua gelombang cahaya segaris yang mempunyai perbezaan jarak laluan sebanyak r diberikan oleh ungkapan-ungkapan berikut:

$$E_1 = A \cos \left[\frac{2\pi}{\lambda} (z - vt) \right] \quad \text{dan} \quad E_2 = A \cos \left[\frac{2\pi}{\lambda} (z - vt - r) \right]$$

di mana E_1 dan E_2 ialah vektor-vektor elektrik bagi gelombang-gelombang tersebut. Terbitkan ungkapan bagi amplitud jumlah vektor elektrik pada titik $z = z_1$. Seterusnya terbitkan ungkapan bagi keamatan cahaya pada titik tersebut. Tunjukkan bahawa kedua-dua gelombang berganggu secara membina apabila $r = 0, \lambda, 2\lambda \dots$ dan secara memusnah apabila $r = \lambda/2, 3\lambda/2, 5\lambda/2 \dots$. Rumus trigonometri berikut diberikan:

$$\cos A + \cos B = 2 \cos \left(\frac{A+B}{2} \right) \cos \left(\frac{A-B}{2} \right)$$

(40 marks/markah)

- [d] Two plane waves originating from an expanded He-Ne laser ($\lambda = 632 \text{ nm}$) interfere obliquely as shown in Figure Q1[d]. If the angle between each beam and the vertical is 10° determine the horizontal spacing S of the fringes formed using either geometrical or complex amplitude method.

Dua gelombang satah yang berpunca daripada laser He-Ne terkembang ($\lambda = 632 \text{ nm}$) berganggu secara serong seperti ditunjukkan dalam Rajah S[d]. Jika sudut di antara setiap alur dengan garis tegak ialah 10° tentukan jarak mendatar S di antara pinggir-pinggir yang terbentuk dengan menggunakan sama ada kaedah geometri atau kaedah amplitud kompleks.

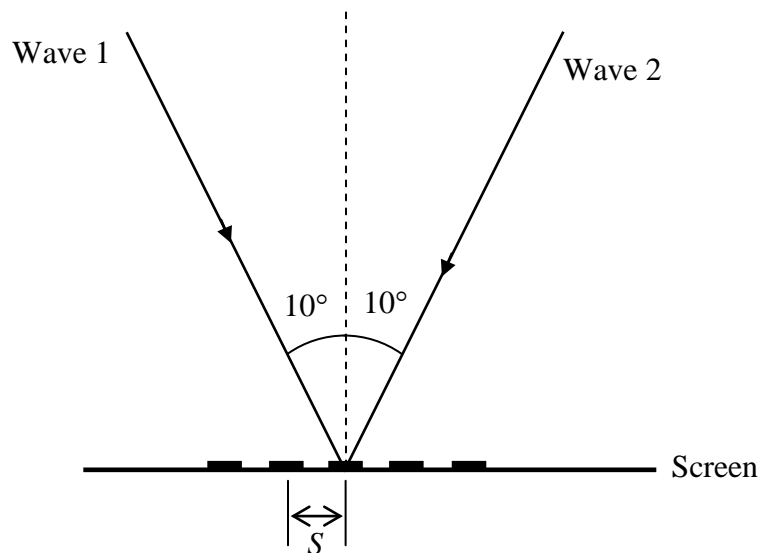


Figure Q1[d]
Rajah S1[d]

(30 marks/markah)

- Q2. [a] Sketch the layout of a generic interferometer and label the FOUR(4) main elements of the interferometer.

Lakarkan susunan bagi meter gangguan generik dan tandakan EMPAT (4) elemen utama meter gangguan tersebut.

(15 marks/markah)

[b] The Michelson interferometer shown in Figure Q2[b] uses an expanded He-Ne ($\lambda = 632\text{nm}$) laser beam. The CCD sensor has 16 bit image resolution.

- (i) Determine the minimum displacement Δx that can be detected using the interferometer.
- (ii) If the lengths of the two arms (OA and OB) of the interferometer are initially equal, determine the phase difference between the two waves arriving at the sensor if $\Delta x = 0.15\text{ mm}$.

Meter gangguan Michelson yang ditunjukkan dalam Rajah S2[b] menggunakan alur laser He-Ne terkembang ($\lambda = 632\text{nm}$). Sensor CCD mempunyai resolusi 16 bit.

- (i) *Tentukan anjakan minimum Δx yang boleh dikesan dengan menggunakan meter gangguan tersebut.*
- (ii) *Jika panjang kedua-dua lengan (OA dan OB) pada meter gangguan tersebut adalah sama pada awalnya, tentukan perbezaan fasa antara dua gelombang yang tiba pada sensor jika $\Delta x = 0.15\text{ mm}$.*

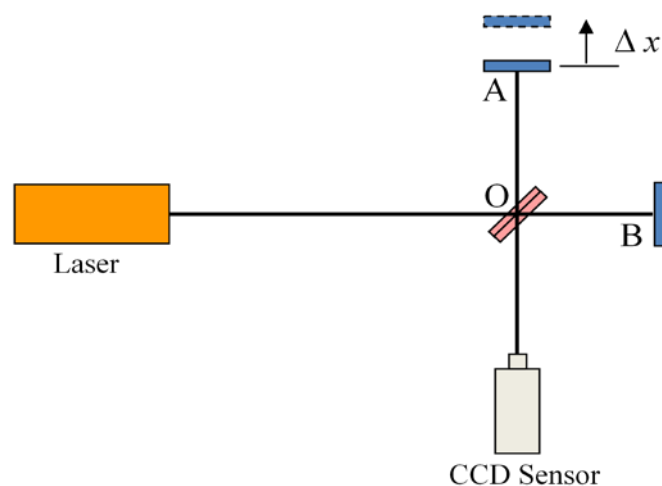


Figure Q2[b]
Rajah S2[b]

(30 marks/markah)

- [c] If the mirror A in Figure Q2[b] is not displaced but is tilted about the vertical plane by an angle of 0.05° determine: (i) the number of fringes and (ii) the spacing between the fringes that can be observed on the CCD sensor. Given that both mirrors are of width 12 mm. Assume that the expanded beam covers the whole surface of mirror.

Based on your answer in [c](ii) comment whether it is possible to see the fringes. How will the number of fringes and spacing between the fringes change if the tilt angle is increased?

Jika cermin A dalam Rajah S2[b] tidak dianjakkan tetapi dicondongkan melalui satah menegak melalui sudut 0.05° tentukan: (i) bilangan pinggir dan (ii) jarak di antara pinggir yang boleh dilihat pada sensor CCD. Diberikan bahawa kedua-dua cermin mempunyai lebar 12 mm. Andaikan bahawa alur terkembang meliputi seluruh permukaan cermin.

Berdasarkan jawapan anda dalam [c](ii) berikan komen sama ada pinggir-pinggir boleh di lihat. Bagaimanakah bilangan pinggir dan jarak di antara pinggir akan berubah jika sudut condongan ditambahkan?

(55 marks/markah)

- Q3. [a] With the aid of sketches, explain the difference between the shadow moiré method and projection moiré method. State one advantage and one disadvantage of each method.

Dengan bantuan lakaran, terangkan perbezaan antara kaedah moiré bayangan dengan kaedah moiré unjuran. Sebut satu kelebihan dan satu kelemahan bagi setiap kaedah.

(20 marks/markah)

- [b] Figure Q3[b] shows a shadow moiré setup for measuring the profile of a cantilever beam made of aluminum (Young's modulus, $E = 72 \text{ GPa}$, moment of inertia, $I = 4.5 \times 10^{-11} \text{ m}^4$) and of length $L = 150 \text{ mm}$ under static load. The angle between the projection direction and normal to the grating (pitch $p = 0.5 \text{ mm}$) is 30° while the viewing direction is normal to the grating. The grating is placed at a distance of 1 mm above the cantilever plane when unloaded. Given the following formulae, determine the number of fringes that can be seen on the cantilever if a load of 20 N is applied at the end as shown.

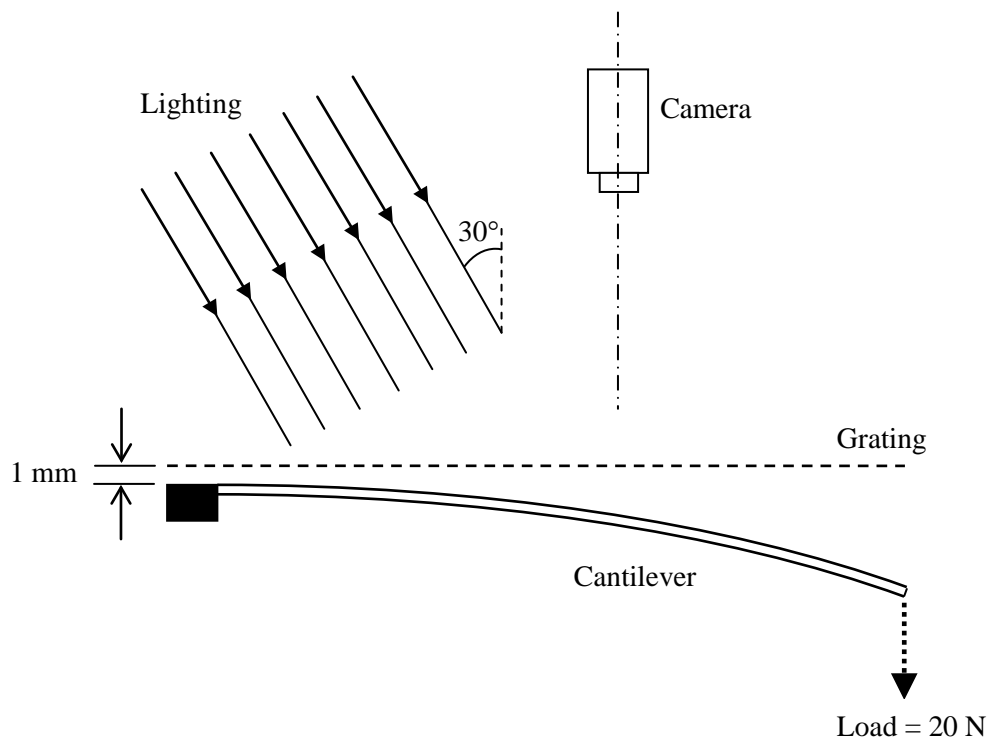
Deflection at free end: $y_{\max} = \frac{PL^3}{3EI}$

Distance of n th fringe from grating, $d_n = \frac{np}{\tan \theta_i + \tan \theta_v}$

Rajah S3[b] menunjukkan susunan radas bagi kaedah moiré bayangan bagi mengukur profil rasuk julur yang diperbuat daripada aluminium (modulus Young, $E = 72 \text{ GPa}$, momen inersia, $I = 4.5 \times 10^{-11} \text{ m}^4$) dan panjang $L = 150 \text{ mm}$ di bawah beban statik. Sudut di antara arah unjuran dan garis berserenjang kepada jeriji (pic $p = 0.5 \text{ mm}$) ialah 30° manakala arah pemerhatian ialah berserenjang kepada jeriji. Jeriji tersebut diletakkan pada jarak 1 mm ke atas satah rasuk julur apabila tiada beban. Diberikan rumus-rumus berikut, tentukan bilangan pinggir yang boleh dilihat di atas rasuk jika beban 20 N dikenakan pada hujungnya seperti ditunjukkan.

Pesongan pada hujung rasuk: $y_{\max} = \frac{PL^3}{3EI}$

Jarak pinggir ke- n daripada jeriji $d_n = \frac{np}{\tan \theta_i + \tan \theta_v}$

**Figure Q3[b]***Rajah S3[b]***(50 marks/markah)**

- [c] **Figure Q3[c] shows the moiré pattern formed on a surface using a grating of 800 lines/mm. The lighting direction is at 45° while the viewing direction is normal to the plane of the grating. Determine the height difference between the following points shown in the figure:**

- (i) **Point A and point B**
- (ii) **Point A and point C**
- (iii) **Point B and point C**

Rajah S3[c] menunjukkan corak moiré yang terhasil pada suatu permukaan dengan menggunakan jeriji 800 garisan/mm. Arah pencahayaan adalah pada 45° manakala arah pemerhatian berserenjang dengan satah jeriji. Tentukan perbezaan ketinggian di antara titik-titik berikut yang ditunjukkan dalam rajah tersebut:

- (i) *Titik A and titik B*
- (ii) *Titik A and titik C*
- (iii) *Titik B and titik C*

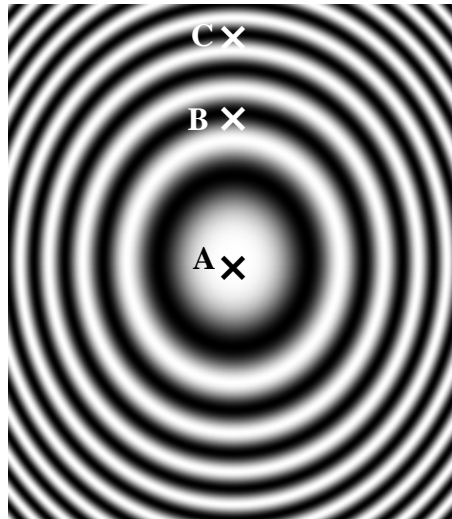


Figure Q3[c]
Rajah S3[c]

(30 marks/markah)

- Q4. [a] What is the advantage of Gaussian filtering when compared to average filtering in digital image processing?**

Apakah kelebihan penurasan Gaussian apabila dibandingkan dengan penurasan purata dalam pemprosesan imej digital?


(10 marks/markah)

- [b] A 5×1 Gaussian filter with a standard deviation $\sigma = 3$ was used to process a fringe pattern image digitally. The pixel intensity in a 5×5 region of the image is shown in Figure Q4[b]. Determine the intensity of the pixels in the output image in the row shown. The following one-dimensional Gaussian function is given:**

$$G(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{(-x^2/2\sigma^2)}$$

Penuras Gaussian 5×1 dengan sisihan piawai $\sigma = 3$ telah digunakan untuk memproses corak pinggir secara digital. Keamatan piksel di dalam kawasan 5×5 bagi imej tersebut ditunjukkan dalam Rajah S4[b]. Tentukan keamatan piksel di dalam imej keluaran di dalam baris yang ditunjukkan. Fungsi Gaussian satu dimensi berikut diberikan:

$$G(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{(-x^2/2\sigma^2)}$$



23	28	21	20	54
20	24	25	50	70
56	50	62	80	76
44	56	89	82	84
58	78	94	86	98

Figure Q4[b]
Rajah S4[b]

(30 marks/markah)

- [c] **Explain the difference between the following morphological operations: Grayscale dilation and grayscale erosion.**

Using 'edge replication' obtain the pixel intensities in the output image if the array shown in Figure Q4[b] is processed separately using (i) grayscale dilation and (ii) grayscale erosion with a 3×3 structuring element.

Terangkan perbezaan antara operasi-operasi morfologi berikut: Pengembangan paras kelabu dan penghakisan paras kelabu.

Dengan menggunakan 'penduaan sisi' dapatkan keamatan-keamatan piksel di dalam imej output jika tatasusun dalam Rajah S4[b] diproses secara berasingan dengan menggunakan (i) pengembangan paras kelabu dan (ii) penghakisan paras kelabu dengan elemen menstruktur 3×3 .

(30 marks/markah)

- [d] **Figure Q4[d] shows a fringe pattern obtained from a Fizeau interferometer setup for a deformed reflective surface. The distance between the fringes in the non-deformed part is 5 mm. The deformation at a point P caused the fringe to shift from the original position by 1.5 mm. Determine the phase difference at P resulting from the shift. Hence, determine the height difference at point P compared to the non-deformed part. Given that the wavelength of light used is 585 nm.**

Rajah S4[d] menunjukkan corak pinggir yang didapati daripada kaedah meter gangguan Fizeau bagi suatu permukaan memantul terubah bentuk. Jarak di antara pinggir-pinggir di dalam bahagian tak-terubah bentuk ialah 5 mm. Ubah bentuk pada titik P menyebabkan pinggir teranjak sebanyak 1.5 mm dari kedudukan asal. Tentukan perbezaan fasa pada P disebabkan oleh anjakan tersebut. Seterusnya, tentukan perbezaan ketinggian pada titik P dibandingkan dengan bahagian tak-terubah bentuk. Diberikan bahawa jarak gelombang cahaya yang digunakan ialah 585 nm.

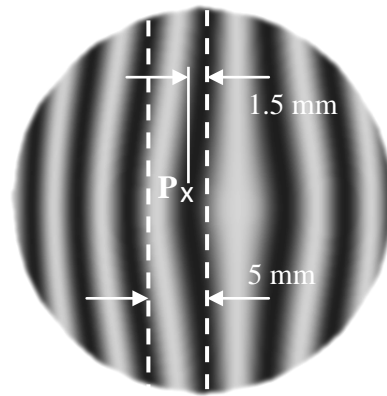


Figure Q4[d]
Rajah S4[d]

(30 marks/markah)

- Q5. [a] Name FIVE (5) factors that affect the surface texture of a machined component.**

Namakan LIMA (5) faktor yang mempengaruhi tekstur permukaan yang di mesin pada komponen.

(15 marks/markah)

- [b] With the aid of sketches explain the main limitations of the average roughness parameter R_a in characterizing surface texture.**

Dengan bantuan lakaran terangkan kelemahan-kelemahan utama parameter kekasaran purata R_a dalam mencirikan tekstur permukaan.

(15 marks/markah)

- [c] Distinguish between the following roughness parameters: Skewness and kurtosis. How are these parameters related to the functionality of a surface?**

Bezakan antara parameter-parameter kekasaran berikut: 'skewness' dan 'kurtosis'. Bagaimanakah parameter-parameter ini berhubungkait dengan fungsi suatu permukaan?

(10 marks/markah)

- [d] **Figure Q5[d] shows a trace obtained from a surface where each grid spacing in the horizontal direction represents 0.5 mm while each grid spacing in the vertical direction represents 0.001 mm. Determine its bearing area curve. Sketch how the bearing area curve will change if the surface is subjected to wear.**

Rajah S5[d] menunjukkan suatu surihan yang didapati daripada permukaan di mana setiap jarak grid dalam arah mendatar mewakili 0.5 mm manakala setiap jarak grid dalam arah menegak mewakili 0.001 mm. Tentukan lengkung luas bering bagi permukaan tersebut. Lakarkan bagaimana lengkung luas bering akan berubah jika permukaan tersebut mengalami kehausan.

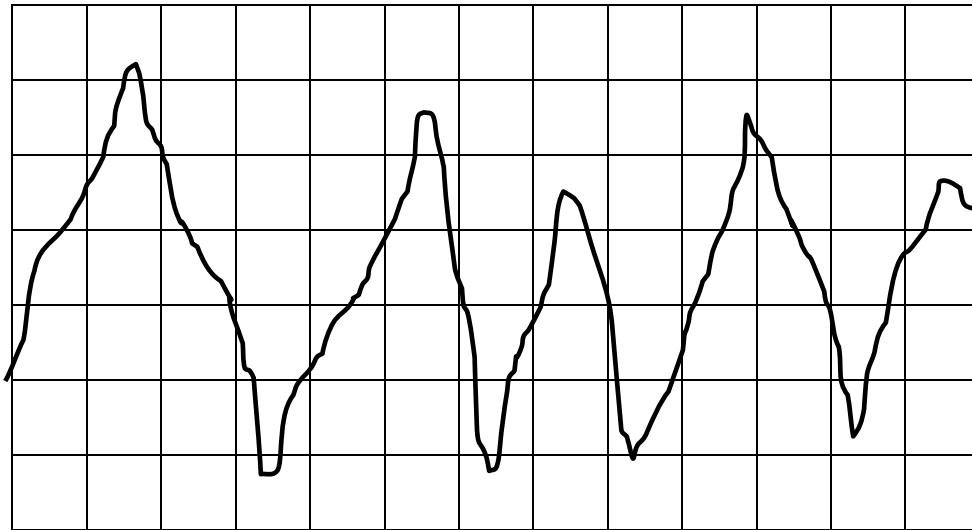


Figure Q5[d]

Rajah S5[d]

(60 marks/markah)

-0000000000-

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2010/2011 Academic Session

April /May 2011

EPE 401 – ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MANUFACTURING
[KECERDIKAN REKAAN DALAM PEMBUATAN]

Duration: 2 hours
[Masa : 2 jam]

INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:
ARAHAN KEPADA CALON:

Please check that this paper contains **FOUR (4)** printed pages and **FOUR (4)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **EMPAT (4)** mukasurat bercetak dan **EMPAT (4)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **ALL** questions.
*Jawab **SEMUA** soalan.*

You may answer the questions all in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.

*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin from a new page.
Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.
Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.

Q1. [a] Describe the inference process of forward and backward chaining

Huraikan proses inferen perantaraan ke depan dan ke belakang

(50 marks/markah)

[b] Determine methods to resolve conflict.

Tentukan kaedah-kaedah penyelesaian konflik.

(50 marks/markah)

Q2. A fuzzy control system is constructed to control the speed of rotation in travelling robot. The output of the fuzzy system controls the thrust of the robot (T) which have a thrust range from -1.0 to +1.0 newtons. The inputs to the fuzzy logic system are:

Velocity (V), which must be maintained between 1.0 and 1.5 radians/sec

Rate of change of velocity (C), which has a maximum value of ± 0.2 radians/sec².

The following linguistic variables have been defined for the inputs and output:

A: [too slow], [OK], [too fast]

C: [negative], [zero], [positive]

T: [negative], [zero], [positive]

The membership functions are described as follows:

For A:

- [too slow] rises linearly from 0 at 1.0 to a peak at 1.1 and falls linearly to 0 at 1.2
- [OK] rises linearly from 0 at 1.1 to reach a plateau at 1.2, where it remains until it reaches 1.3 and then falls linearly to 0 at 1.4
- [too fast] rises linearly from 0 at 1.3 to a peak at 1.4 and falls linearly to 0 at 1.5

For C:

- [negative] rises linearly from 0 at -0.2 to a peak at -0.1, falling linearly back to 0 at 0
- [zero] rises linearly from 0 at -0.1 to a peak at 0, falling linearly back to 0 at +0.1
- [positive] rises linearly from 0 at 0 to a peak at 0.1, falling linearly back to 0 at 0.2

For T:

- [negative] rises linearly from 0 at -1.0 to a peak at -0.5, falling linearly back to 0 at 0
- [zero] rises linearly from 0 at -0.5 to a peak at 0, falling linearly back to 0 at +0.5
- [positive] rises linearly from 0 at 0 to a peak at 0.5, falling linearly back to 0 at 1.0

Note: Assume that positive thrust results in an increase in A

[a] Plot memberships of fuzzy sets

[b] Provide an example where the fuzzy consequents and the final defuzzified output can be generated.

Satu sistem kawalan Fuzzy dibina untuk mengawal kelajuan putaran dalam robot pengembaraan. Output sistem Fuzzy tersebut mengawal tolakan robot (T) yang mempunyai julat tolakan dari -1.0 untuk +1.0 newton. Input sistem logic Fuzzy ini ialah:

- Halaju (V), yang mesti dikekalkan antara 1.0 dan 1.5 radians/sec
- Kadar perubahan halaju (C), yang mempunyai satu nilai maksimum 0.2 radians/sec².

Pembolehubah-pembolehubah linguistik untuk input dan output adalah dijelaskan seperti berikut:

A:[terlalu lambat],[OK],[terlalu pantas]

C:[negatif],[sifar], [positif]

T:[negatif],[sifar], [positif]

Fungsi-fungsi keahlian digambarkan seperti berikut:

Untuk A:

- [terlalu lambat] naik secara linear dari 0 pada 1.0 hingga puncak pada 1.1 dan jatuh secara linear ke 0 pada 1.2
- [OK] naik secara linear dari 0 pada 1.1, mencapai dataran pada 1.2, di mana ia tetap sehingga sampai 1.3 dan selepas itu jatuh secara linear ke 0 pada 1.4
- [terlalu pantas] naik secara linear dari 0 pada 1.3 sehingga ke puncak pada 1.4 dan jatuh secara linear ke 0 pada 1.5

Untuk C:

- [negatif] naik secara linear dari 0 pada -0.2 sehingga ke puncak pada -0.1, jatuh secara linear kembali ke 0 pada 0
- [sifar] naik secara linear dari 0 pada -0.1, puncak pada 0, jatuh secara linear kembali ke 0 pada +0.1
- [positif] naik secara linear dari 0 pada 0, puncak pada 0.1, jatuh secara linear kembali untuk 0 pada 0.2

Untuk T:

- [negatif] naik secara linear dari 0 pada -1.0, puncak pada -0.5, jatuh secara linear kembali ke 0 pada 0
- [sifar] naik secara linear dari 0 pada -0.5, puncak pada 0, jatuh secara linear kembali ke 0 pada +0.5
- [positif] naik secara linear dari 0 pada 0, puncak pada 0.5, jatuh secara linear kembali ke 0 pada 1.0

Nota: Anggapkan tolakan positif menyebabkan peningkatan dalam A

[a] Plotkan keahlian set-set Fuzzy.

[b] Berikan satu control yang membolehkan akibat-akibat Fuzzy dan 'defuzzified output' akhir dikeluarkan.

(100 marks/markah)

- Q3** Build a system containing one perceptron to classify the data displayed in Table Q3. The activation function used is sign function, with one epoch of weight training. Show the required steps and calculations. Bias is with a constant value of 1. Learning constant C is set at 0.2. The initial weight X1 is 0.75, for X2 is 0.5, for bias is -0.6.

Bina sistem yang mengandungi satu perceptron untuk mengelaskan data yang dipamerkan dalam Jadual S3. Fungsi pengaktifan yang digunakan ialah fungsi sign, dengan satu zaman latihan pembera. Tunjukkan langkah-langkah dan pengiraan-pengiraan yang diperlukan. Kecenderungan adalah dengan nilai pemalar 1. Pemalar belajar C diberi nilai 0.2. Pemberat awal X1 ialah 0.75, bagi X2 ialah 0.5, bagi kecenderungan ialah -0.6.

X1	X2	Output
1.0	1.0	1
9.4	6.4	-1
2.5	2.1	1
8.0	7.7	-1
0.5	2.2	1
7.9	8.4	-1

Table Q3
Jadual S3

(100 marks/markah)

- Q4.** Two AGVs are used to distribute raw materials to ten workstations. A workstation can only be visited once. Propose two types of coding system suitable to be used for evolution strategy. Propose a framework where an evolution strategy can be implemented to plan the distribution.

Dua AGVs digunakan untuk mengagihkan bahan-bahan mentah ke sepuluh tempat kerja. Sebuah stesen kerja hanya boleh dilawati sekali. Cadangkan dua jenis sistem pengekodan yang sesuai digunakan untuk strategi evolusi. Sediakan satu rangka kerja di mana strategi evolusi dapat dilaksanakan untuk merancang pengagihan ini.

(100 marks/markah)

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2010/2011 Academic Session

April /May 2011

EPM 102/2 – Engineering Economy
[Ekonomi Kejuruteraan]

Duration : 2 hours
[Masa : 2 jam]

INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:
ARAHAN KEPADA CALON:

Please check that this paper contains **SEVEN (7)** printed pages and **FIVE (5)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **TUJUH (7)** mukasurat bercetak dan **LIMA (5)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **FOUR (4)** questions.

*Jawab **EMPAT (4)** soalan.*

You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.

*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin from a new page.

Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.

Q1. [a] Break even analysis technique is an important tool for investment analysis.

- (i) State two common purposes of this technique**
- (ii) State two methods of this technique.**

Teknik analisa “pulang modal” merupakan perkakasan penting bagi analisa pelaburan

- (i) Nyatakan DUA tujuan lazim bagi teknik ini.*
- (ii) Nyatakan dua kaedah bagi teknik ini*

(30 marks/markah)

[b] PERODUA Sdn Bhd. is facing a make or buy decision. A component can either be bought in or self manufactured. The purchase cost is RM 0.60 per piece. If make in-house, two machines, A and B, are needed. Total operators cost for both machines per hour = 4 x RM 12.5 and the operators work 8 hour/day. The machines can produce 1000 units per day. Use MARR value 15% per year. Table Q1[b] shows some information on Machines A and B.

Calculate :

- (i) Units to manufacture per year to justify in-house manufacturing.**
- (ii) Maximum capital expenses to justify buying of machine A. Produa Sdn Bhd expects to produce 125, 000 units per year.**
- (iii) State TWO assumptions that you have made.**

PERODUA Sdn Bhd menghadapi masalah keputusan sama ada membuat atau beli. Harga barang jika dibeli adalah RM 0.60 seunit. Jika ingin di buat, dua buah mesin , A dan B, perlu di beli. Kos pekerja sejam bagi kedua mesin ialah RM 12.50 dan mereka bekerja 8 jam sehari. Kadar pengeluaran kedua mesin ialah 1000 unit sehari. Guna MARR bernilai 15% setahun. Jadual S1[b] mempaparkan maklumat bagi mesin A dan B.

Kirakan;

- (i) Jumlah unit untuk dihasilkan setahun bagi kewajaran keputusan membuat sendiri*
- (ii) Pembelanjaan kapital maksimum bagi mewajarkan pembelian mesin A. Produa Sdn Bhd yakin dapat mengeluarkan 125,000 unit setahun*
- (iii) Nyatakan DUA andaian yang anda buat.*

Table 1[b]: Information on machines for Perodua.

	Machine A	Machine B
Purchase cost (<i>kos beli</i>)	RM 18,000	RM 12,000
Life span (<i>hayat</i>)	6 years	4 years
Salvage value (<i>nilai sekerap</i>)	RM 2,000	-RM 500 (negative value)
Overhaul cost after 3 years (<i>kos baik pulih setelah 3 tahun</i>)	RM 3,000	-
Annual operating cost (<i>Kos pengendalian setahun</i>)	RM 6,000	RM 5,000

(70 marks/markah)

Q2. [a] Relate payback period to break even point.

Kaitkan antara tempoh masa bayar balik dan titik pulangan modal.

(30 marks/markah)

[b] PROTON Sdn Bhd is considering buying an inspection equipment and has TWO choices i.e. Machine A and Machine B. Machine B is more advance and last longer than machine A. Table Q2[b] shows some information on both machines. Calculate :

- (i) Payback period if $i = 15\%$ and determine your choice.**
- (ii) Use $i = 15\%$ and Present worth analysis to compare and determine your choice.**
- (iii) Draw cash flow diagrams to illustrate both cases.**

Proton Sdn Bhd menimbang pembelian alat periksa dan terdapat DUA pilihan iaitu mesin A dan mesin B. Mesin B lebih canggih dan hayatnya lebih panjang dari mesin A. Jadual S2[b] mempamerkan maklumat bagi kedua-dua mesin. Kirakan :

- (i) Jangkamasa pulangan jika $i = 15\%$ dan nyatakan pilihan anda*
- (ii) Guna $i = 15\%$ dan analisa nilai kini bagi membandingkan dan menyatakan pilihan anda*
- (iii) Lakar gambarajah Aliran tunai bagi menerangkan kedua-dua kes.*

Table 2[b]: Information on Machines for PROTON

	Machine A	Machine B
Purchase cost (RM)	12,000	8,000
Annual net cash flow (RM)	3,000	1000 (for 1st to 5th year) 3000 (for 6th to 14th year)
Maximum life (years)	7	14

(70 marks/markah)

Q3. [a] Differentiate (not define) between nominal and effective interest rates.

Bezakan (bukan definisi) antara kadar faedah nominal dan kadar faedah efektif.

(30 marks/markah)

[b] HASU Sdn Bhd supplies automotive wire harness for Proton & PRODU. It is considering buying a crimping machine and is evaluating three vendors. HASU plan to pay half yearly basis. The vendors bidding are as in Table Q3[b].

- (i) Determine the effective interest rate for each vendor based on semi-annual basis**
- (ii) Construct cash flow diagram for each vendor**
- (iii) Calculate the effective annual rates**
- (iv) Which vendor is the best choice for HASU Sdn Bhd.**

HASU Sdn Bhd membekal abah-pendawaian kereta kepada Proton dan Perodua. Ia sedang mempertimbang pembelian mesin kokot dan sedang menilai tiga pembekal. HASU bercadang membayar setengah tahun sekali. Pembidaan pembekal adalah seperti di Jadual S3[b]

- (i) Kira kadar faedah efektif bagi setiap pembekal berasas pembayaran setengah tahun.*
- (ii) Bina gambarajah aliran tunai bagi setiap pembekal.*
- (iii) Kira kadar efektif tahunan*
- (iv) Pembekal yang mana pilihan terbaik*

Table 3[b]: Vendor's Quotation

	Annual interest	Compounding rate
Vendor 1	9%	quarterly
Vendor 2	3%	quarterly
Vendor 3	8.8%	monthly

(70 marks/markah)

Q4. [a] Name THREE type of studies that makes Annual worth analysis more useful.

Namakan TIGA jenis kajian di mana Analisa Nilai tahunan lebih berguna.

(30 marks/markah)

[b] Proton Sdn Bhd in the last two years made investment on 200 assembly machines which cost RM70, 000 each. New industrial standards requires the machines to be retrofitted at a cost of RM 16,000. A new machine that complies with the new standards is available. The engineer realised that economics studies are needed.

- (i) Determine the annual worth (AW) and economic life.**
- (ii) Perform replacement study.**
- (iii) After one year, the existing machine market value is RM 12,000 , a year later will be RM 2,000 and then zero. Service cost keep increasing drastically that makes the machine more costly to maintain. In the next two years, annual operating cost will be RM 8,000, then to RM 12,000 then to RM 16,000. Perform another replacement analysis.**

Dua tahun lepas, Proton Sdn Bhd telah membuat pelaburan pada 200 mesin pemasangan berharga RM 70,000 setiap satu. Piawai industri baru memerlukan setiap mesin itu dipertingkatkan dengan harga RM16,000. Terdapat mesin jenis baru yang mematuhi piawai baru, maka jurutera syarikat perlu membuat satu kajian ekonomi.

- (i) Kenalpasti nilai tahunan mesin dan hayatnya yang ekonomik.*
- (ii) Lakukan kajian penggantian.*
- (iii) Setelah setahun, nilai mesin sedia ada menjadi RM12,000, setahun kemudian menjadi RM 2,000 dan tahun seterusnya menjadi sifar. Kos menyelenggara meningkat secara mendadak, yang menyebabkannya terlalu mahal untuk diguna. Dalam dua tahun lagi, kos operasi tahunan akan menjadi RM 8,000, kemudian menjadi RM 12,000 dan seterusnya RM 16,000. Lakukan analisa penggantian.*

(70 marks/markah)

Q5. [a] Differentiate (not definition) between direct cost and indirect cost in manufacturing.

Bezakan (bukan definisi) antara kos langsung dengan kos tak langsung dalam pembuatan .

(30 marks/markah)

[b] Malaysian Sheet Glass Sdn Bhd wants to calculate the indirect cost for its production. Two sets of data was given as Table Q5[b1] and Table Q5[b2]

- (i) Determine rates for each machine if the estimated annual indirect cost budget is RM 50,000 per machine.**
- (ii) Compute the total factory cost per month.**
- (iii) Calculate the variance for indirect cost allocation for the month.**

Malaysian Sheet Glass Sdn Bhd ingin mengira kos tak langsung bagi pengeluarannya. Dua set data diberi dalam bentuk Jadual S5[b1] dan Jadual S5[b2].

- (i) Kira kadaran bagi setiap mesin jika belanjawan kos tak langsung tahunan bagi setiap mesin adalah RM50,000.*
- (ii) Kira kos keseluruhan loji untuk sebulan.*
- (iii) Kira varian bagi penetapan kos tak langsung untuk sebulan.*

Table Q5[b1]: Machine Allocation

Cost source	Allocation basis	Estimated Activity Level
Machine 1	Direct labour cost	RM 100,000
Machine 2	Direct labour hours	2,000 hours
Machine 3	Direct material cost	RM 250,000

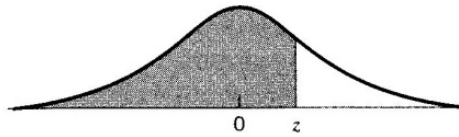
Table Q5 [b2]: Cost information on machines

Cost source	Machine number	Actual cost (RM)	Actual hours
material	1	3800	
	3	19550	
workers	1	2500	650
	2	3200	750
	3	2800	720

(70 marks/markah)

-00000000-

$$\phi(z) = \int_{-\infty}^z \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-x^2/2} dx$$



z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$
-4.00	0.00003	-2.28	0.01130	-1.71	0.04363	-1.14	0.12714
-3.90	0.00005	-2.27	0.01160	-1.70	0.04457	-1.13	0.12924
-3.80	0.00007	-2.26	0.01191	-1.69	0.04551	-1.12	0.13136
-3.70	0.00011	-2.25	0.01222	-1.68	0.04648	-1.11	0.13350
-3.60	0.00016	-2.24	0.01255	-1.67	0.04746	-1.10	0.13567
-3.50	0.00023	-2.23	0.01287	-1.66	0.04846	-1.09	0.13786
-3.40	0.00034	-2.22	0.01321	-1.65	0.04947	-1.08	0.14007
-3.30	0.00048	-2.21	0.01355	-1.64	0.05050	-1.07	0.14231
-3.20	0.00069	-2.20	0.01390	-1.63	0.05155	-1.06	0.14457
-3.10	0.00097	-2.19	0.01426	-1.62	0.05262	-1.05	0.14686
-3.00	0.00135	-2.18	0.01463	-1.61	0.05370	-1.04	0.14917
-2.98	0.00144	-2.17	0.01500	-1.60	0.05480	-1.03	0.15151
-2.96	0.00154	-2.16	0.01539	-1.59	0.05592	-1.02	0.15386
-2.94	0.00164	-2.15	0.01578	-1.58	0.05705	-1.01	0.15625
-2.92	0.00175	-2.14	0.01618	-1.57	0.05821	-1.00	0.15866
-2.90	0.00187	-2.13	0.01659	-1.56	0.05938	-0.99	0.16109
-2.88	0.00199	-2.12	0.01700	-1.55	0.06057	-0.98	0.16354
-2.86	0.00212	-2.11	0.01743	-1.54	0.06178	-0.97	0.16602
-2.84	0.00226	-2.10	0.01786	-1.53	0.06301	-0.96	0.16853
-2.82	0.00240	-2.09	0.01831	-1.52	0.06426	-0.95	0.17106
-2.80	0.00256	-2.08	0.01876	-1.51	0.06552	-0.94	0.17361
-2.78	0.00272	-2.07	0.01923	-1.50	0.06681	-0.93	0.17619
-2.76	0.00289	-2.06	0.01970	-1.49	0.06811	-0.92	0.17879
-2.74	0.00307	-2.05	0.02018	-1.48	0.06944	-0.91	0.18141
-2.72	0.00326	-2.04	0.02068	-1.47	0.07078	-0.90	0.18406
-2.70	0.00347	-2.03	0.02118	-1.46	0.07215	-0.89	0.18673
-2.68	0.00368	-2.02	0.02169	-1.45	0.07353	-0.88	0.18943
-2.66	0.00391	-2.01	0.02222	-1.44	0.07493	-0.87	0.19215
-2.64	0.00415	-2.00	0.02275	-1.43	0.07636	-0.86	0.19489
-2.62	0.00440	-1.99	0.02330	-1.42	0.07780	-0.85	0.19766
-2.60	0.00466	-1.98	0.02385	-1.41	0.07927	-0.84	0.20045
-2.58	0.00494	-1.97	0.02442	-1.40	0.08076	-0.83	0.20327
-2.56	0.00523	-1.96	0.02500	-1.39	0.08226	-0.82	0.20611
-2.54	0.00554	-1.95	0.02559	-1.38	0.08379	-0.81	0.20897
-2.52	0.00587	-1.94	0.02619	-1.37	0.08534	-0.80	0.21186
-2.50	0.00621	-1.93	0.02680	-1.36	0.08691	-0.79	0.21476
-2.49	0.00639	-1.92	0.02743	-1.35	0.08851	-0.78	0.21770
-2.48	0.00657	-1.91	0.02807	-1.34	0.09012	-0.77	0.22065
-2.47	0.00676	-1.90	0.02872	-1.33	0.09176	-0.76	0.22363
-2.46	0.00695	-1.89	0.02938	-1.32	0.09342	-0.75	0.22663
-2.45	0.00714	-1.88	0.03005	-1.31	0.09510	-0.74	0.22965
-2.44	0.00734	-1.87	0.03074	-1.30	0.09680	-0.73	0.23270
-2.43	0.00755	-1.86	0.03144	-1.29	0.09853	-0.72	0.23576
-2.42	0.00776	-1.85	0.03216	-1.28	0.10027	-0.71	0.23885
-2.41	0.00798	-1.84	0.03288	-1.27	0.10204	-0.70	0.24196
-2.40	0.00820	-1.83	0.03362	-1.26	0.10383	-0.69	0.24510
-2.39	0.00842	-1.82	0.03438	-1.25	0.10565	-0.68	0.24825
-2.38	0.00866	-1.81	0.03515	-1.24	0.10749	-0.67	0.25143
-2.37	0.00889	-1.80	0.03593	-1.23	0.10935	-0.66	0.25463
-2.36	0.00914	-1.79	0.03673	-1.22	0.11123	-0.65	0.25785
-2.35	0.00939	-1.78	0.03754	-1.21	0.11314	-0.64	0.26109

continues...

z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$
-1.77	0.03836	-1.20	0.11507	-0.63	0.26435	-0.06	0.47608
-1.76	0.03920	-1.19	0.11702	-0.62	0.26763	-0.05	0.48006
-1.75	0.04006	-1.18	0.11900	-0.61	0.27093	-0.04	0.48405
-1.74	0.04093	-1.17	0.12100	-0.60	0.27425	-0.03	0.48803
-1.73	0.04182	-1.16	0.12302	-0.59	0.27760	-0.02	0.49202
-1.72	0.04272	-1.15	0.12507	-0.58	0.28096	-0.01	0.49601
0.57	0.71566	1.14	0.87286	1.71	0.95637	2.28	0.98870
0.58	0.71904	1.15	0.87493	1.72	0.95728	2.29	0.98899
0.59	0.72240	1.16	0.87698	1.73	0.95818	2.30	0.98928
0.6	0.72575	1.17	0.87900	1.74	0.95907	2.31	0.98956
0.61	0.72907	1.18	0.88100	1.75	0.95994	2.32	0.98983
0.62	0.73237	1.19	0.88298	1.76	0.96080	2.33	0.99010
0.63	0.73565	1.20	0.88493	1.77	0.96164	2.34	0.99036
0.64	0.73891	1.21	0.88686	1.78	0.96246	2.35	0.99061
0.65	0.74215	1.22	0.88877	1.79	0.96327	2.36	0.99086
0.66	0.74537	1.23	0.89065	1.80	0.96407	2.37	0.99111
0.67	0.74857	1.24	0.89251	1.81	0.96485	2.38	0.99134
0.68	0.75175	1.25	0.89435	1.82	0.96562	2.39	0.99158
0.69	0.75490	1.26	0.89617	1.83	0.96638	2.40	0.99180
0.70	0.75804	1.27	0.89796	1.84	0.96712	2.41	0.99202
0.71	0.76115	1.28	0.89973	1.85	0.96784	2.42	0.99224
0.72	0.76424	1.29	0.90147	1.86	0.96856	2.43	0.99245
0.73	0.76730	1.30	0.90320	1.87	0.96926	2.44	0.99266
0.74	0.77035	1.31	0.90490	1.88	0.96995	2.45	0.99286
0.75	0.77337	1.32	0.90658	1.89	0.97062	2.46	0.99305
0.76	0.77637	1.33	0.90824	1.90	0.97128	2.47	0.99324
0.77	0.77935	1.34	0.90988	1.91	0.97193	2.48	0.99343
0.78	0.78230	1.35	0.91149	1.92	0.97257	2.49	0.99361
0.79	0.78524	1.36	0.91309	1.93	0.97320	2.50	0.99379
0.80	0.78814	1.37	0.91466	1.94	0.97381	2.52	0.99413
0.81	0.79103	1.38	0.91621	1.95	0.97441	2.54	0.99446
0.82	0.79389	1.39	0.91774	1.96	0.97500	2.56	0.99477
0.83	0.79673	1.40	0.91924	1.97	0.97558	2.58	0.99506
0.84	0.79955	1.41	0.92073	1.98	0.97615	2.60	0.99534
0.85	0.80234	1.42	0.92220	1.99	0.97670	2.62	0.99560
0.86	0.80511	1.43	0.92364	2.00	0.97725	2.64	0.99585
0.87	0.80785	1.44	0.92507	2.01	0.97778	2.66	0.99609
0.88	0.81057	1.45	0.92647	2.02	0.97831	2.68	0.99632
0.89	0.81327	1.46	0.92785	2.03	0.97882	2.70	0.99653
0.90	0.81594	1.47	0.92922	2.04	0.97932	2.72	0.99674
0.91	0.81859	1.48	0.93056	2.05	0.97982	2.74	0.99693
0.92	0.82121	1.49	0.93189	2.06	0.98030	2.76	0.99711
0.93	0.82381	1.50	0.93319	2.07	0.98077	2.78	0.99728
0.94	0.82639	1.51	0.93448	2.08	0.98124	2.80	0.99744
0.95	0.82894	1.52	0.93574	2.09	0.98169	2.82	0.99760
0.96	0.83147	1.53	0.93699	2.10	0.98214	2.84	0.99774
0.97	0.83398	1.54	0.93822	2.11	0.98257	2.86	0.99788
0.98	0.83646	1.55	0.93943	2.12	0.98300	2.88	0.99801
0.99	0.83891	1.56	0.94062	2.13	0.98341	2.90	0.99813
1.00	0.84134	1.57	0.94179	2.14	0.98382	2.92	0.99825
1.01	0.84375	1.58	0.94295	2.15	0.98422	2.94	0.99836
1.02	0.84614	1.59	0.94408	2.16	0.98461	2.96	0.99846
1.03	0.84849	1.60	0.94520	2.17	0.98500	2.98	0.99856
1.04	0.85083	1.61	0.94630	2.18	0.98537	3.00	0.99865
1.05	0.85314	1.62	0.94738	2.19	0.98574	3.10	0.99903
1.06	0.85543	1.63	0.94845	2.20	0.98610	3.20	0.99931
1.07	0.85769	1.64	0.94950	2.21	0.98645	3.30	0.99952
1.08	0.85993	1.65	0.95053	2.22	0.98679	3.40	0.99966
1.09	0.86214	1.66	0.95154	2.23	0.98713	3.50	0.99977
1.10	0.86433	1.67	0.95254	2.24	0.98745	3.60	0.99984
1.11	0.86650	1.68	0.95352	2.25	0.98778	3.70	0.99989
1.12	0.86864	1.69	0.95449	2.26	0.98809	3.80	0.99993
1.13	0.87076	1.70	0.95543	2.27	0.98840	3.90	0.99995
						4.00	0.99997

Factors for Constructing Variables Control Charts

Observations in Sample, n	Chart for Averages					Chart for Standard Deviations					Chart for Ranges					
	Factors for Control Limits			Factors for Center Line		Factors for Control Limits				Factors for Center Line		Factors for Control Limits				
	A	A_2	A_3	c_4	$1/c_4$	B_3	B_4	B_5	B_6	d_2	$1/d_2$	d_3	D_1	D_2	D_3	D_4
2	2.121	1.880	2.659	0.7979	1.2533	0	3.267	0	2.606	1.128	0.8865	0.853	0	3.686	0	3.267
3	1.732	1.023	1.954	0.8862	1.1284	0	2.568	0	2.276	1.693	0.5907	0.888	0	4.358	0	2.574
4	1.500	0.729	1.628	0.9213	1.0854	0	2.266	0	2.088	2.059	0.4857	0.880	0	4.698	0	2.282
5	1.342	0.577	1.427	0.9400	1.0638	0	2.089	0	1.964	2.326	0.4299	0.864	0	4.918	0	2.114
6	1.225	0.483	1.287	0.9515	1.0510	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.3946	0.848	0	5.078	0	2.004
7	1.134	0.419	1.182	0.9594	1.0423	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.3698	0.833	0.204	5.204	0.076	1.924
8	1.061	0.373	1.099	0.9650	1.0363	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.3512	0.820	0.388	5.306	0.136	1.864
9	1.000	0.337	1.032	0.9693	1.0317	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.3367	0.808	0.547	5.393	0.184	1.816
10	0.949	0.308	0.975	0.9727	1.0281	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.3249	0.797	0.687	5.469	0.223	1.777
11	0.905	0.285	0.927	0.9754	1.0252	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.3152	0.787	0.811	5.535	0.256	1.744
12	0.866	0.266	0.886	0.9776	1.0229	0.354	1.646	0.346	1.610	3.258	0.3069	0.778	0.922	5.594	0.283	1.717
13	0.832	0.249	0.850	0.9794	1.0210	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.2998	0.770	1.025	5.647	0.307	1.693
14	0.802	0.235	0.817	0.9810	1.0194	0.406	1.594	0.399	1.563	3.407	0.2935	0.763	1.118	5.696	0.328	1.672
15	0.775	0.223	0.789	0.9823	1.0180	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.2880	0.756	1.203	5.741	0.347	1.653
16	0.750	0.212	0.763	0.9835	1.0168	0.448	1.552	0.440	1.526	3.532	0.2831	0.750	1.282	5.782	0.363	1.637
17	0.728	0.203	0.739	0.9845	1.0157	0.466	1.534	0.458	1.511	3.588	0.2787	0.744	1.356	5.820	0.378	1.622
18	0.707	0.194	0.718	0.9854	1.0148	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.2747	0.739	1.424	5.856	0.391	1.608
19	0.688	0.187	0.698	0.9862	1.0140	0.497	1.503	0.490	1.483	3.689	0.2711	0.734	1.487	5.891	0.403	1.597
20	0.671	0.180	0.680	0.9869	1.0133	0.510	1.490	0.504	1.470	3.735	0.2677	0.729	1.549	5.921	0.415	1.585
21	0.655	0.173	0.663	0.9876	1.0126	0.523	1.477	0.516	1.459	3.778	0.2647	0.724	1.605	5.951	0.425	1.575
22	0.640	0.167	0.647	0.9882	1.0119	0.534	1.466	0.528	1.448	3.819	0.2618	0.720	1.659	5.979	0.434	1.566
23	0.626	0.162	0.633	0.9887	1.0114	0.545	1.455	0.539	1.438	3.858	0.2592	0.716	1.710	6.006	0.443	1.557
24	0.612	0.157	0.619	0.9892	1.0109	0.555	1.445	0.549	1.429	3.895	0.2567	0.712	1.759	6.031	0.451	1.548
25	0.600	0.153	0.606	0.9896	1.0105	0.565	1.435	0.559	1.420	3.931	0.2544	0.708	1.806	6.056	0.459	1.541

For $n > 25$,

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{3}{\sqrt{n}} & A_3 &= \frac{3}{c_4 \sqrt{n}} & c_4 &\cong \frac{4(n-1)}{4n-3} \\
 B_3 &= 1 - \frac{3}{c_4 \sqrt{2(n-1)}} & B_4 &= 1 + \frac{3}{c_4 \sqrt{2(n-1)}} \\
 B_5 &= c_4 - \frac{3}{\sqrt{2(n-1)}} & B_6 &= c_4 + \frac{3}{\sqrt{2(n-1)}}
 \end{aligned}$$

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2010/2011 Academic Session

April /May 2011

EPM 212/4 – Metrology & Quality Control
[Metrologi & Kawalan Kualiti]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:

ARAHAN KEPADA CALON:

Please check that this paper contains **TWELVE (12)** printed pages, **THREE (3)** pages appendix and **SIX (6)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **DUABELAS (12)** mukasurat bercetak, **TIGA (3)** mukasurat lampiran dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **FIVE (5)** questions.

*Jawab **LIMA (5)** soalan.*

Appendix/Lampiran :

- | | |
|--------------------------|---------------------|
| 1. Appendix 1/Lampiran 1 | [2 pages/mukasurat] |
| 2. Appendix 2/Lampiran 2 | [1 page/mukasurat] |

You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.

*Anda boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin on a new page.

Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.

Q1. [a] Explain the difference between the following terms used in metrology:

- (i) Precision and accuracy**
- (ii) Error and uncertainty**
- (iii) Resolution and sensitivity**
- (iv) Repeatability and reproducibility**

Terangkan perbezaan antara istilah-istilah berikut yang digunakan dalam metrologi:

- (i) Kepersisan dan kejituan*
- (ii) Ralat dan ketidakpastian*
- (iii) Resolusi dan kepekaan*
- (iv) Kebolehulangan dan kebolehkeluaran semula*

(20 marks/markah)

[b] The precision and accuracy of three digital micrometers (A, B and C) were compared by measuring the dimension of a 5.500 mm Grade 0 block gage. Five repeated measurements were made using each micrometer. Based on the readings given in the Table Q1[b], determine the micrometer that has the: (i) highest accuracy, (ii) lowest accuracy, (iii) highest precision and (iv) lowest precision. Give reasons for your answer.

Kepersisan dan kejituan tiga mikrometer digital (A, B dan C) dibandingkan dengan mengukur dimensi sebuah tolok bongkah 5.500 mm Gred 0. Lima bacaan berulang diambil dengan menggunakan setiap mikrometer. Berasaskan bacaan yang diberikan dalam Jadual S1[b], tentukan mikrometer yang mempunyai: (i) kejituan tertinggi, (ii) kejituan terendah, (iii) kepersisan tertinggi dan (iv) kepersisan terendah. Berikan sebab untuk jawapan anda.

Micrometer Mikrometer	Readings (mm) Bacaan (mm)
A	5.502, 5.504, 5.510, 5.500, 5.498
B	5.486, 5.508, 5.495, 5.493, 5.500
C	5.507, 5.497, 5.502, 5.509, 5.496

Table Q1[b]
Jadual S1[b]

(30 marks/markah)

- [c] State FIVE (5) types of controllable errors that may occur during dimensional measurement and state whether these errors are systematic or non-systematic errors. Explain how each of the error can be reduced. Illustrate with sketches if necessary.

Nyatakan LIMA (5) jenis ralat boleh kawal yang mungkin berlaku semasa pengukuran dimensi dan nyatakan sama ada ralat-ralat tersebut adalah ralat sistematik atau bukan sistematik. Terangkan bagaimana ralat-ralat tersebut boleh dikurangkan. Gambarkan dengan lakaran jika perlu.

(30 marks/markah)

- [d] Figure Q1[d] shows a dial indicator used for measuring the height h of a gage block. The reading shown by the indicator is 22.520 mm. If the true height of the gage block is 22.500 mm, determine the tilt angle θ of the dial indicator.

Rajah S1[d] menunjukkan tolok dail yang digunakan untuk mengukur ketinggian h pada tolok bongkah. Bacaan yang ditunjukkan oleh tolok ialah 22.520 mm. Jika ketinggian sebenar tolok bongkah ialah 22.500 mm, tentukan sudut condong θ bagi tolok dail tersebut.

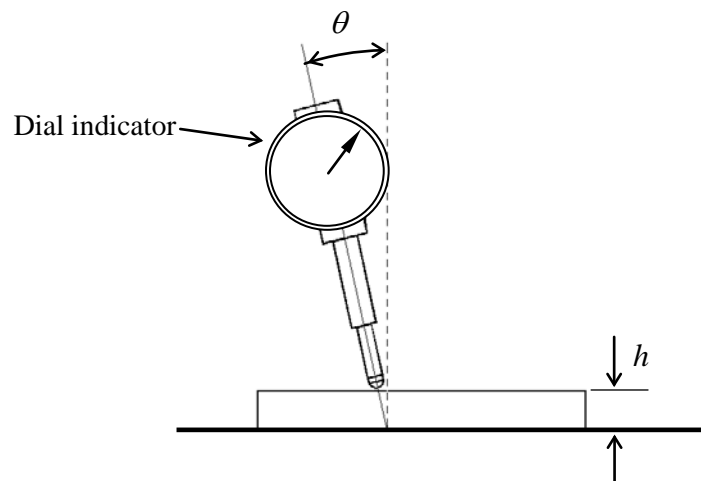


Figure Q1[d]

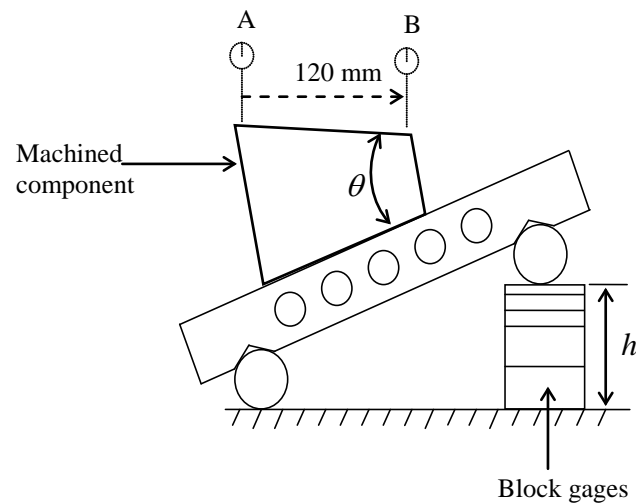
Rajah S1[d]

(20 marks/markah)

- Q2. [a] (i) State THREE (3) main limitations of a micrometer compared to a vernier caliper.**
- (ii) A micrometer having a resolution of 0.005 mm needs to be designed. If the thimble is divided into 50 divisions per revolution, determine the pitch of the micrometer screw required. What factors limit the resolution of the micrometer?**
- (i) Nyatakan TIGA (3) kelemahan mikrometer dibandingkan dengan angkup vernier.*
- (ii) Sebuah mikrometer yang mempunyai resolusi 0.005 mm perlu direka bentuk. Jika jidalnya dibahagikan kepada 50 bahagian setiap putaran, tentukan pic bagi skrew mikrometer yang diperlukan. Apakah faktor-faktor yang menghadkan resolusi mikrometer tersebut?*
- (20 marks/markah)**

- [b] A 200 mm sine bar was used to measure taper angle θ on a machined component using the arrangement shown in Figure Q2[b]. The angle was estimated using a combination set and found to be approximately 12° .

Bar sinus 200 mm digunakan untuk mengukur sudut tirus θ pada komponen yang dimesin dengan menggunakan susunan yang ditunjukkan dalam Rajah S2[b]. Sudut tersebut telah dianggarkan dengan menggunakan set gabung dan didapati lebih kurang 12° .



Blocks per set	Blocks included in set (mm)
122	1.0005 (1 pc.)
	Step of 0.001: 1.001 - 1.009 (9 pcs.)
	Step of 0.01: 1.01 - 1.49 (49 pcs.)
	Step of 0.1: 1.6 - 1.9 (4 pcs.)
	Step of 0.5: 0.5 - 24.5 (49 pcs.)
	Step of 10: 30 - 100 (8 pcs.)
	25, 75 (2 pcs.)

Figure Q2[b]
Rajah S2[b]

- (i) Using the given set of block gages, determine the combination required to build the height h in the setup.

Dengan menggunakan set tolok blok yang diberikan, tentukan kombinasi yang diperlukan untuk membina ketinggian h dalam susunan tersebut.

- (ii) If the dial indicator is moved from A to B as shown and the reading changes from 0 mm at A to -0.050 mm at B, determine the angle θ correct to the nearest arc second.

Jika tolok dial digerakkan dari A ke B seperti ditunjukkan dan bacaan berubah daripada 0 mm di A kepada -0.050 mm di B, tentukan sudut θ betul kepada saat lengkung terdekat.

(50 marks/markah)

- [c] Figure Q2[c] shows the fringe pattern formed when an optical flat is placed on top of a highly polished surface and the assembly is viewed using monochromatic light of wavelength 585 nm. Estimate the difference in height between:

- (i) Point O and point A
- (ii) Point O and point B
- (iii) Point O and point C
- (iv) Point A and point B
- (v) Point B and point C
- (vi) Point A and point C

Rajah S2[c] menunjukkan corak pinggir yang terbentuk apabila keping optik diletakkan di atas suatu permukaan tergilap dan susunan tersebut dilihat dengan menggunakan cahaya monokromatik yang mempunyai jarak gelombang 585 nm. Anggarkan perbezaan ketinggian di antara:

- (i) Titik O dengan titik A
- (ii) Titik O dengan titik B
- (iii) Titik O dengan titik C
- (iv) Titik A dengan titik B
- (v) Titik B dengan titik C
- (vi) Titik A dengan titik C

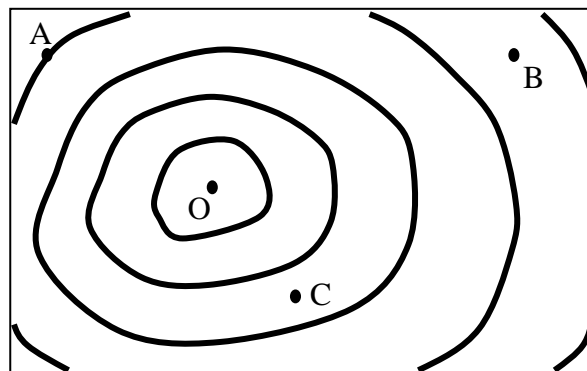


Figure Q2[c]
Rajah S2[c]

(30 marks/markah)

- Q3. [a] With the aid of sketches, explain the following roughness parameters: R_a , R_q , R_t and R_z .**

Dengan bantuan lakaran, terangkan parameter-parameter kekasaran berikut: R_a , R_q , R_t and R_z .

(20 marks/markah)

- [b] Figure Q3[b] shows a trace that represents the roughness of a workpiece surface. The horizontal scale is 0.2 mm per grid spacing while the vertical scale is 0.001 mm per grid spacing. Determine the R_a , R_t and R_z roughness parameters for the surface.**

Rajah S3[b] menunjukkan suatu surihan yang mewakili kekasaran permukaan bahan kerja. Skala mendatar ialah 0.2 mm setiap ruang grid manakala skala menegak ialah 0.001 mm setiap ruang grid. Tentukan parameter-parameter kekasaran R_a , R_t and R_z bagi permukaan tersebut.

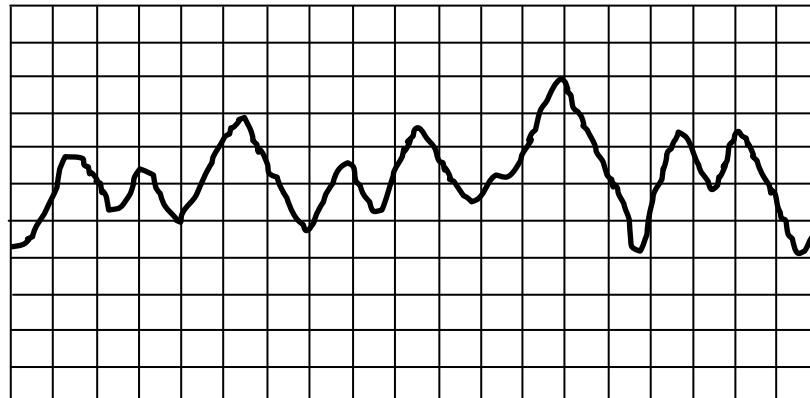


Figure Q3[b]
Rajah S3[b]

(40 marks/markah)

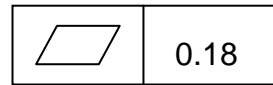
- [c] Name the FIVE (5) types of dimensional control used in geometric dimensioning and tolerancing (GD&T).**

Namakan LIMA (5) jenis kawalan dimensi yang digunakan dalam pendimensian dan toleransi geometri (GD&T).

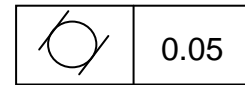
(10 marks/markah)

- [d] **Explain the meaning of each of the feature control frame shown in Figure Q3[d](i)-(iv). Illustrate each case with an example.**

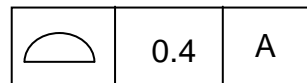
Terangkan makna setiap rangka kawalan ciri yang ditunjukkan dalam Rajah S3[d](i)-(iv). Ilustrasi setiap kes dengan lakaran.



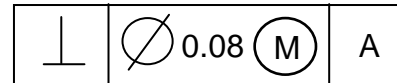
(i)



(ii)



(iii)



(iv)

Figure Q3[d]
Rajah S3[d]

(30 marks/markah)

- Q4. [a] Define traditional quality control (TQC) and total quality management system (TQMS). Describe the main features and explain the differences between them.**

Takrifkan pengurusan kualiti tradisional (TQC) dan sistem pengurusan kualiti menyeluruh (TQMS). Perincikan ciri-ciri penting dan terangkan perbezaan antara mereka.

(20 marks/markah)

- [b] A series of tensile tests were conducted on aluminium alloy 6063-T6 at five different occasion as shown in Table Q4[b].

Satu siri ujian kekuatan tegangan dilakukan pada aloi aluminium 6063-T6 pada lima waktu yang berbeza seperti di dalam Jadual S4[b].

Table Q4[b]
Jadual S4[b]

Tests/ <i>Ujian</i>	Average/ <i>Purata (MPa)</i>
5	248
7	251
9	249
3	250
8	247

Using the data given in the Appendix 1.

- (i) Determine the average and standard deviation of the measurements.
- (ii) Assume standard distribution is normal, find the percentage of the data that falls below the lower specification limit of 247 MPa and the one that above 251 MPa.

Gunakan data yang diberikan dalam Lampiran 1.

- (i) *Kirakan purata dan sisihan piawaian pengukuran tersebut.*
- (ii) *Dengan andaian bahawa taburan adalah normal, cari peratusan data yang jatuh di bawah had spesifikasi 247 MPa dan melebihi had 251 MPa.*

(40 marks/markah)

- [c] The ultimate tensile strength of a medium carbon steel 1090 have the strength of \bar{x} which is normally distributed with a mean value $\mu = 840$ MPa and standard deviation $\sigma = 2$ MPa. Calculate the probability that the carbon steel produced will meet or exceed the specification of 840 MPa. Show with your own sketches the standard normal distribution curves and fraction of non-conforming area using the data given in the Appendix 1.

Kekuatan tegangan utama baja karbon sederhana 1090 memiliki kekuatan \bar{x} dengan taburan normal mempunyai nilai purata $\mu = 840$ MPa dan sisihan piawaian $\sigma = 2$ MPa. Kirakan kebarangkalian bahawa baja karbon yang dihasilkan akan memenuhi atau melebihi spesifikasi 840MPa. Tunjukkan sketsa anda sendiri untuk graf taburan piawaian normal dan pecahan luas yang tidak akur menggunakan data yang diberikan dalam Lampiran 1.

(40 marks/markah)

Q5. [a] Make a statistical comparison between terminologies stated below:

- (i) Process Capability Ratio C_p and an Actual Capability Ratio C_{pk}**
- (ii) Control charts for variables and control charts for attributes**
- (iii) Down sampling and acceptance sampling**
- (iv) Acceptable tolerance and process capabilities**

Buat perbandingan statistik di antara terminologi-terminologi yang tersebut di bawah ini:

- (i) Nisbah Keupayaan Proses C_p dan Nisbah Keupayaan Sebenar C_{pk}*
- (ii) Carta kawalan pemboleh ubah dan Carta kawalan ciri*
- (iii) Penyampelan menurun dan penyampelan bolehterima*
- (iv) Toleransi bolehterima dan keupayaan proses*

(50 marks /markah)

[b] A hard-bake process in photolithography is used to produce delicate polymer reticles. Data for twenty samples of 5 flow width measurement each have been collected are as shown in Table Q5[b]. Assume that the process is in control.

- (i) Establish R and \bar{x} charts for the flow width measurement data and determine \bar{R} and $\bar{\bar{X}}$.**
- (ii) From the value given in Appendix 2, find the control limits UCL and LCL on R and \bar{x} charts.**
- (iii) Suppose that these data is in control, reduce the sample size into three samples and set up the revise control chart.**

Proses pemanggangan keras dalam fotolitografi digunakan dalam menghasilkan retikul polimer halus. Data untuk dua puluh sampel dengan 5 ukuran aliran lebar masing-masing telah dikumpulkan seperti yang ditunjukkan pada Jadual S5[b]. Andaikan bahawa proses berada di dalam kawalan.

- (i) *Taksirkan nilai R dan \bar{x} dalam bentuk carta untuk ukuran data arus lebar dan kirakan \bar{R} dan $\bar{\bar{X}}$.*
- (ii) *Dari nilai yang diberikan pada Lampiran 2, mencari kawalan batas UCL dan LCL pada carta R dan \bar{x}*
- (iii) *Andaikan bahawa data ini adalah dalam kawalan, kurangkan saiz sampel menjadi tiga sampel dan buatlah semula carta kawalan baru.*

Flow width measurements (in microns) for the hard bake process
Ukuran aliran lebar (saiz dalam mikron) untuk proses panggang keras

Sample Numbers <i>Bilangan Sample</i>	x₁	x₂	x₃	x₄	x₅
1	1.6347	1.569	1.6944	1.4673	1.6691
2	1.4314	1.3592	1.6075	1.4666	1.6109
3	1.4284	1.4871	1.4932	1.4324	1.5914
4	1.5028	1.6352	1.3841	1.2831	1.5507
5	1.5604	1.2735	1.5265	1.4363	1.6444
6	1.5955	1.5451	1.3574	1.3281	1.4194
7	1.6274	1.5064	1.8366	1.4111	1.5144
8	1.4190	1.4303	1.6637	1.4607	1.5519
9	1.3884	1.7277	1.5355	1.5176	1.3688
10	1.4039	1.6697	1.5089	1.4627	1.5222
11	1.4158	1.7667	1.4278	1.5928	1.4181
12	1.5821	1.3355	1.5744	1.3908	1.7559
13	1.2856	1.4106	1.4444	1.6393	1.1928
14	1.4951	1.4036	1.5893	1.6458	1.4969
15	1.3589	1.2863	1.5998	1.2477	1.5471
16	1.5747	1.5301	1.5171	1.1189	1.8662
17	1.3680	1.7269	1.3957	1.5014	1.4448
18	1.4163	1.3864	1.3057	1.6213	1.5573
19	1.5796	1.4185	1.6541	1.5116	1.7247
20	1.7106	1.4412	1.2361	1.3820	1.7601

Table Q5[b]
Jadual S5[b]

(50 marks/markah)

- Q6. [a] Sketch a diagram showing the comparison between normal curve (N), tightened curve (T) and reduced curve (R).**

Lukiskan gambarajah menunjukkan perbandingan di antara lengkung biasa (N), lengkung diperketat (T) dan lengkung dikurangkan (R).

(20 marks/markah)

- [b] Make a comparison between single, chain and sequential sampling with OC curves.**

Buat perbandingan di antara pensampelan tunggal, rantai dan urutan menggunakan lengkung-lengkung OC.

(20 marks/markah)

- [c] Find the reliability of the system as shown in Figure Q6[c], where components 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 7 have reliabilities of 0.955, 0.999, 0.982, 0.967, 0.944, 0.998 and 0.983 respectively.**

Cari kebolehpercayaan dari sistem seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S6[c], di mana bahagian-bahagian 1, 2, 3, 4, 5, 6 dan 7 masing-masing mempunyai kebolehpercayaan 0.955, 0.999, 0.982, 0.967, 0.944, 0.998 dan 0.983.

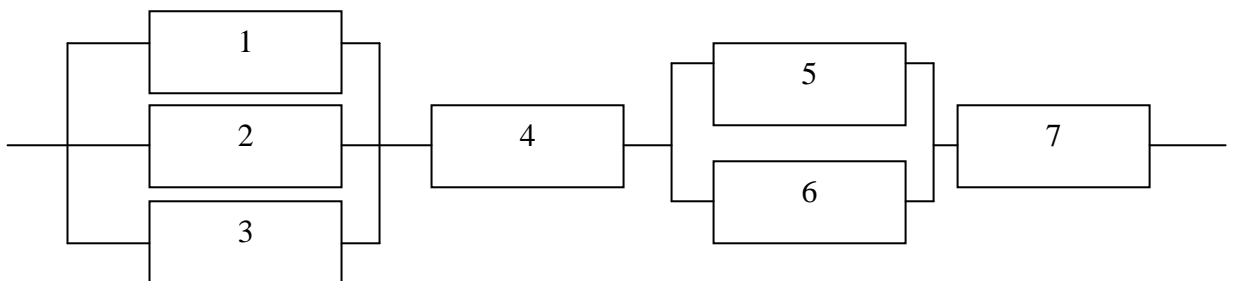


Figure Q6[c]
Jadual S6[c]

(20 marks/markah)

- [d] Construct the life-history curve for the following cyclic compression test for rubber impregnated fiber composites as shown in Table Q6[d]. The test data is for 500 items. Assume the failure occurred at $\frac{1}{2}$ of the cycle range and the survivors went to the end of the cycle range. Determine the mean life of the composites and the reliability at 600 cycles using Weibull distribution where $\beta = 3.5$.

Bina lengkung sejarah hayat untuk ujian kitaran mampatan untuk getah diresapi komposit serat seperti di Jadual S6[d]. Data ujian adalah untuk 500 unit. Andaikan kegagalan yang terjadi pada $\frac{1}{2}$ dari kitaran dan yang terselamat dimajukan ke akhir liputan kitaran. Tentukan purata hayat komposit tersebut dan kebolehpercayaan pada 600 kitaran menggunakan pengedaran Weibull dengan $\beta = 3.5$.

Test hours <i>Masa ujian</i>	Failures <i>Kegagalan</i>	Survivors <i>Terselamat</i>
0-69	150	350
70-139	75	275
140-209	30	245
210-279	27	218
280-349	23	194
350-419	32	165
420-489	53	110
490-559	62	48
560-629	32	14
630-699	16	2
Total	500	1621

Table Q6[d]
Jadual S6[d]

(40 marks/markah)

-oooOOooo-

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2010/2011 Academic Session

April /May 2011

EPM 322/3 – Industrial Engineering
[Kejuruteraan Industri]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:

ARAHAN KEPADA CALON:

Please check that this paper contains **TEN (10)** printed pages and **SIX (6)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEPULUH (10)** mukasurat bercetak dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **FIVE (5)** questions.

*Jawab **LIMA (5)** soalan.*

You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.

*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin from a new page.

Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.

Q1. [a] Scientific approach was one the earliest approach in job design

- (i) List THREE weaknesses of this approach**
- (ii) Discuss one advantage of this approach compared to motivational approach.**

Pendekatan saintifik merupakan antara pendekatan awal dalam rekabentuk kerja

- (i) Senaraikan TIGA kelemahan pendekatan ini.*
- (ii) Bincangkan satu kelebihan pendekatan ini berbanding pendekatan motivasi.*

(30 Marks/markah)

[b] Motivational job design approach was use to improve the scientific approach

- (i) Contrast TWO differences between job enrichment and job enlargement. (Definition not required)**
- (ii) Explain briefly ONE condition where deployment of job enrichment is better than job enlargement.**

Pendekatan motivasi dalam rekabentuk kerja diguna sebagai penambahbaikan pendekatan saintifik.

- (i) Bandingkan dua perbezaan antara pengkayaan kerja dengan pembesaran kerja. (definisi tidak perlu)*
- (ii) Terangkan secara ringkas SATU keadaan di mana penggunaan pengkayaan kerja lebih baik dari pembesaran kerja.*

(35 Marks/markah)

[c] Two different engineering jobs at a factory have the job rating depicted in Table Q1[c].

Table Q1[c]: Job Rating

Occupation	Skill variation	Job identity	Job significance	Autonomy	Feedback
A	6	3	6	4	6
B	4	5	5	6	3

- (i) Explain briefly skill variation and feedback factors.**
- (ii) Calculate the motivational potential score and give comment on the score**
- (iii) If the occupations are research engineer and Production Engineer, which occupation depicts R&D Engineer? Provide ONE reason for your selection.**

Dua jawatan jurutera di sebuah kilang mempunyai kadaran kerja seperti di Jadual S1[c].

- (i) *Terangkan secara ringkas faktor variasi kemahiran dan faktor timbal balas.*
- (ii) *Kira markah potensi motivasi dan beri komen mengenainya.*
- (iii) *Jika jawatan itu adalah jurutera penyelidik dan jurutera pengeluaran, yang mana satu merupakan gambaran jurutera penyelidik? Beri SATU sebab bagi pemilihan anda.*

(35 Marks/markah)

Q2. [a] Operators normally work at different performance level.

- (i) Differentiate among a normal operator, an average operator and a standard operator.**
- (ii) What is meant by “qualified worker” in the selection of worker for time study?**

Pekerja-pekerja bekerja pada tahap prestasi yang berbeza.

- (i) *Bezakan antara seorang pekerja normal, pekerja purata dan pekerja piawai.*
- (ii) *Berikan maksud pekerja yang diiktiraf dalam memilih pekerja untuk kajian masa.*

(30 Marks/markah)

[b] Stop watch time study is a common method to establish work standard time.

- (i) Explain briefly the procedure to synthesize standard time from stop-watch study. Use flow chart to explain.**
- (ii) Provide TWO situations where this method is NOT appropriate for standard time determination.**

Kajian masa jam randik adalah kaedah lazim untuk membangunkan masa kerja piawai.

- (i) *Terangkan secara ringkas prosidur bagi mensintesis masa piawai dari kajian masa jam randik. Guna carta alir untuk penerangan anda.*
- (ii) *Berikan DUA situasi di mana kaedah ini TIDAK sesuai bagi penetapan masa piawai .*

(40 Marks/markah)

- [c] The time study analyst in NTPM Sdn. Bhd. developed the snap back stopwatch readings in Table Q2[c] where elemental performance rating was used. The work allowance for the element was assigned a value of 10%. Calculate :

- (i) Normal element time for each reading.
- (ii) Normal average time.
- (iii) Allowanced time.

Penganalisa kajian masa di NTPM Sdn Bhd telah membangunkan bacaan jam radik ulang alik seperti di Jadual S2[c] di mana pengkadaran prestasi elemen diguna. Elaun masa kerja bagi elemen diberi sebanyak 10%. Kirakan:

- (i) Masa normal bagi elemen setiap bacaan
- (ii) Purata masa normal
- (iii) Masa yang telah diberi elaun

Reading number <i>Jumlah bacaan</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Reading (seconds)	38	34	39	42	40	37	48	38	37	36
Performance rating <i>Pengkadaran prestasi</i>	100	115	100	90	95	100	80	100	100	105

Table Q2[c]
Jadual S2[c]

(30 Marks/markah)

- Q3. [a] Work sampling is a technique commonly used by industrial engineers

- (i) Provide TWO applications in using the technique.
- (ii) Provide TWO situations where this technique is more appropriate than time study.

Pengsampekan kerja adalah teknik biasa yang diguna oleh jurutera industri.

- (i) Beri DUA aplikasi bagi teknik ini.
- (ii) Beri DUA keadaan di mana teknik ini lebih sesuai dari teknik kajian masa.

(30 Marks/markah)

[b] Several considerations and assumptions have to be made prior to using work sampling.

- (i) Provide TWO assumptions used in the technique.**
- (ii) Give TWO considerations when taking work sampling studies.**

Beberapa pertimbangan dan andaian perlu dilakukan sebelum menggunakan peng sampelan kerja.

- (i) Berikan DUA andaian yang diguna dalam teknik ini.*
- (ii) Berikan DUA pertimbangan dalam teknik ini.*

(30 Marks/markah)

[c] The analyst in NTPM Sdn Bhd plans to establish time standards on indirect workers by using work sampling technique. Data is shown in Table Q3[c]. Calculate:

- (i) Normal hours spent during the study.**
- (ii) Percentage of total time spent on a given operation.**
- (iii) Total normal hours spent on a given operation.**
- (iv) Normal hours per unit output.**
- (v) Standard time.**

Penganalisa di NTPM Sdn Bhd bercadang untuk mengwujudkan piawai masa bagi pekerja tidak langsung dengan menggunakan teknik peng sampelan masa. Data dipamerkan di Jadual S3[c]. Kirakan :

- (i) Masa (jam) normal semasa kajian*
- (ii) Peratusan jumlah masa yang terluang bagi operasi diberi*
- (iii) Jumlah masa normal yang terluang bagi operasi diberi*
- (iv) Masa normal bagi setiap unit pengeluaran*
- (v) Masa piawai*

Table Q3[c]: Time Data From Sampling

Total operators time represented by the study <i>Jumlah masa pekerja yang diwakili kajian</i>	960 hours
Total observation of the element <i>Jumlah elemen diperhati</i>	1700
Production output for the period <i>Output pengeluaran dalam tempoh tersebut</i>	1852 units
Average performance rating factor <i>Faktor kadar prestasi purata</i>	0.85

(40 Marks/markah)

Q4. [a] Flow process charts is one of the charts used in method study

- (i) Explain briefly the purpose of outline process chart.**
- (ii) List the steps that you would do to analyse the information from flow process chart so that you can come out with a better work method.**

Carta alir proses merupakan salah satu carta yang diguna dalam kajian kaedah.

- (i) Terangkan secara ringkas tujuan carta proses kasar*
- (ii) Senaraikan langkah-langkah yang akan anda lakukan bagi dari carta alir proses supaya anda boleh menjana kaedah kerja lebih baik*

(30 Marks/markah)

[b] Improving the present work method is one of the aims of performing method study.

- (i) List FOUR factors that you will compare.**
- (ii) Explain briefly TWO of the factors to compare.**

Penambahbaikan kaedah kerja sedia ada merupakan satu tujuan kaji kaedah dilakukan.

- (i) Senaraikan EMPAT faktor yang anda akan bandingkan.*
- (ii) Terangkan secara ringkas DUA dari faktor yang dibandingkan.*

(30 Marks/markah)

- [c] The analyst in NTPM Sdn Bhd wanted to reduce the problem of wrong delivery. The following are the current sequence of work activity.

Wrongly delivered package remain in lorry and return to service office. The package is carried 5 metres from lorry to office. The lorry waits until another 25 wrongly delivered packages had been collected. The packages were then loaded onto a trolley and pushed 4 metres toward the lorry where the packages were loaded one by one. The lorry is a metre high. Once loaded, the lorry is driven 1 km to a warehouse where the lorry is parked at receiving dock. The packages were unloaded individually to a trolley at the dock. They are then pushed to a lift 20 metres away and waited for lift for a minute. The trolley is the push for 2 metres into the lift and went up 15metres (5th floor). Upon reaching, the trolley is push out and roll 12 metres to the mailing office. It waited for a clerk. The packages are removed individually where order number, address and phone number is rechecked. The clerk produces a new order form with corrected information and sticks it to the package. The package is place in another trolley and waited until all 25 packages were processed. The trolley is rolled 12 metres to the lift, wait and go down to the 1st floor. Reaching the docking floor, the trolley is push towards the lorry where the packages are loaded individually onto the lorry.

- (i) Decide the appropriate type of flow process chart to be use.
- (ii) Input all the information into the chosen chart.

Penganalisa di NTPM Sdn Bhd mahu mengurangkan masalah silap penghantaran. Berikut merupakan jujukan aktiviti kerja sedia ada

Bungkusan yang tersalah hantar berada di lori dan dipulangkan ke pejabat perkhidmatan. Bungkusan itu dibawa sejauh 5 meter dari lori ke pejabat. Lori akan menunggu sebanyak 25 bungkusan tersalah hantar telah dikumpulkan. Bungkusan-bungkusan itu dimasukkan ke atas sebuah troli dan ditolak sejauh 4 meter menuju ke lori di mana bungkusan dimuatkan satu per satu. Tinggi lori itu satu meter. Setelah semua bungkusan dimuatkan, lori dipandu 1 km ke sebuah gudang di mana lori dipakir di dok penerimaan. Semua bungkusan diturunkan satu persatu diletakkan di troli yang terdapat di dok. Troli ditolak sejauh 20 meter menuju ke lif dan naik sejauh 15 meter (tingkat 5). Apabila sampai, troli ditolak sejauh 12 meter ke pejabat penyerahan. Ia menunggu seorang kerani. Bungkusan- bungkusan tersebut dibuka satu persatu di mana nombor pesanan, alamat dan nombor telefon diperiksa semula. Kerani akan mengeluarkan borang pesanan yang baru dengan maklumat yang diperbetul dan dilekatkan pada bungkusan. Bungkusan itu diletakkan ke troli lain dan menunggu sehingga 25 bungkusan diproses. Troli tersebut ditolak 12 meter ke lif dan turun ke tingkat satu. Setiba di lantai dok , troli ditolak ke lori di mana bungkusan dimuatkan satu per satu ke atas lori

- (i) Pilih carta alir proses yang paling sesuai diguna
- (ii) Masukkan semua maklumat pada carta yang dipilih

(40 Marks/markah)

Q5. [a] It is assumed that workers would perform better when they are motivated.

- (i) List THREE important hypotheses related to motivation.**
- (ii) Explain briefly one of the fundamental prerequisite of a successful wage incentive plan.**

Para pekerja diandaikan akan berprestasi lebih baik apabila mereka bermotivasi .

- (i) Senaraikan TIGA hipotesis penting berkaitan dengan motivasi.*
- (ii) Terangkan secara ringkas salah satu prasyarat asas bagi pelan insentif gaji yang berjaya.*

(30 marks/markah)

[b] Wage incentive can create productive and satisfied workers.

- (i) Classify the available wage incentive plans into THREE categories.**
- (ii) Why is Rucker's plan has more advantages over Scanlon plan?**

Insentif gaji mampu menjana pekerja yang produktif dan berpuas hati.

- (i) Kelaskan pelan insentif gaji sedia ada kepada TIGA kategori.*
- (ii) Mengapakah pelan Rucker ada kelebihan berbanding pelan Scanlon?*

(35 marks/markah)

[c] The analyst in NTPM Sdn Bhd wanted to design a wage incentive scheme to maximise output rate of widget (with minimal cost increase). Based on MTM 2, the estimated time is 5.2 minutes per widget and the learning ratio is 70%. At present day-work at wage rate RM 10 per hour. The management propose to use incentive plan with a constant wage of RM 9 per hour for up to standard performance and 30-70 sharing (30% to worker, 70% to company) for higher performance. The performance of worker to produce the 100th widget takes 9.1 minutes.

- (i) How many cycles will it take if the worker is to reach standard time.**
- (ii) Calculate the labour cost per widget if the rate is 4 minutes per widget under both plans.**
- (iii) Calculate the performance level if the rate is 4 minutes per widget under both plan.**

Penganalisa di NTPM Sdn Bhd mahu merekabentuk skema insentif gaji bagi memaksimumkan kadar pengeluaran Widget (dengan peningkatan kos minima). Berdasarkan MTM-2, anggaran masa bagi setiap unit widget adalah 5.2 minit dan nisbah pembelajaran 70%. Gaji masa kini adalah RM 10 sejam. Pihak pengurusan mencadangkan penggunaan pelan di mana gaji tetap RM 9 sejam bagi prestasi sehingga tahap piawai dan pengkongasian 30-70 (30% pekerja, 70% syarikat) bagi prestasi lebih tinggi. Prestasi pekerja ketika menghasilkan widget ke 100 adalah 9.1 minit.

- (i) *Pekerja akan mencapai masa piawai pada Kitar kerja ke berapa ?*
- (ii) *Kira kos pekerja bagi setiap widget jika kadar pengeluaran adalah 4 minit bagi kedua-dua pelan.*
- (iii) *Kira tahap prestasi jika kadar pengeluaran adalah 4 minit bagi kedua-dua pelan.*

(35 marks/markah)

Q6. [a] The application of 5S aims to maintain and improve housekeeping practises within any organisation.

- (i) List TWO more goals of 5S implementation.**
- (ii) Explain briefly the meaning and effect (not definition) of SEIRI to the organisation.**

Penggunaan 5S bertujuan untuk menyelenggara dan meningkatkan tahap pelaksanaan penjagaan di dalam sebarang organisasi

- (i) *Senaraikan DUA lagi tujuan pelaksanaan 5S*
- (ii) *Terangkan SEIRI secara ringkas maksud dan kesan (bukan definisi) SEIRI pada organisasi.*

(25 marks/markah)

[b] The second of the 5S is SEITON

- (i) State ONE reason to perform SEITON**
- (ii) Use flow chart to explain the procedure of SEITON**

5S yang kedua ialah SEITON.

- (i) *Nyatakan SATU sebab SEITON dilaksanakan.*
- (ii) *Guna carta alir bagi menerangkan prosedur SEITON.*

(30 marks/markah)

[c] **Your company wants to apply ISO 14000 certification. One extract from a consultant report stated “A great deal of scrap and junk had accumulated over the years. They impede movement and can be safety hazard. The workers do not clear their rubbish and the cleaners simply cannot do it fast enough for so many stations”**

- (i) Determine FOUR possible causes of the problem.**
- (ii) Write out an action plan to overcome this problem.**

Syarikat anda mahu memohon pengisijilan ISO 14000. Satu petikan dari laporan perunding menyatakan “ selama ini terlalu banyak sekerap dan sampah telah terkumpul Ia telah menghalang pergerakan dan menjadi punca masalah keselamatan. Para pekerja tidak menyahkan sampah mereka dan para pencuci tidak dapat melakukannya secepat mungkin bagi semua stesen kerja yang ada.”

- (i) Tentukan EMPAT penyebab bagi masalah ini*
- (ii) Bina satu pelan tindakan bagi mengatasi masalah ini.*

(45 marks/markah)

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2010/2011 Academic Session

April/May 2011

EPM 342/3 – Production Management
[Pengurusan Pengeluaran]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:
ARAHAN KEPADA CALON:

Please check that this paper contains **SIX (6)** printed pages and **SIX (6)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **ENAM (6)** mukasurat bercetak dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **ALL** questions.

*Jawab **SEMUA** soalan.*

You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.

*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin from a new page.

Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.

- Q1. SK Trading involves in selling components to the oil and gas companies. Since the components are made from various metals thus the component prices are invariable. The data tabulated in Table Q1 consist of the recent price of the components that are high in demand.**

SK Trading terlibat di dalam menjual komponen-komponen bagi syarikat petroleum dan gas. Oleh kerana komponen diperbuat daripada pelbagai jenis logam maka harga komponen adalah tidak tetap. Data yang disenaraikan di dalam Jadual S1 terdiri daripada harga terkini komponen-komponen yang mempunyai permintaan tinggi.

Time (day)	Price (RM)
1	24.10
2	23.80
3	23.39
4	22.90
5	22.10
6	22.73
7	22.60
8	21.76
9	22.14
10	21.69

Table Q1
Jadual S1

- [a] Using a five-period moving average, forecast the price of the components for period 10.**

Menggunakan kaedah purata bergerak selama lima tempoh, ramalkan harga komponen-komponen untuk tempoh yang ke 10.

(30 marks/markah)

- [b] What is the error of the forecast in Q1[a]?**

Apakah ralat dari ramalan di dalam S1[a]?

(30 marks/markah)

- [c] Using a five-period moving average, forecast the price of the components for period 11.**

Menggunakan kaedah purata bergerak selama lima tempoh, ramalkan harga komponen-komponen untuk tempoh yang ke 11.

(40 marks/markah)

- Q2. Due to globalization, companies are expending not only at local but at global level. The company you work for is trying to understand how supply chain can gives them the competitive advantages. As an engineer specialising in supply chain management, you are require to prepare a report to be submitted to the management. The report should elaborate on the objective of supply chain, distinguish between supply chain management, logistic and purchasing, the effect of moving from various suppliers to few selected one and what can purchasing department do to implement JIT deliveries.**

Disebabkan oleh globalisasi, syarikat-syarikat berkembang bukan sahaja pada peringkat tempatan tetapi secara global. Syarikat yang anda berkhidmat mencuba untuk memahami bagaimana rantaian bekalan boleh memberi mereka kelebihan bersaing. Sebagai seorang jurutera mengkhusus kepada pengurusan rangkaian bekalan, anda perlu menyediakan satu laporan untuk diserahkan kepada pihak pengurusan. Laporan itu perlu menghuraikan objektif rantaian bekalan, membezakan di antara pengurusan rangkaian bekalan, logistik dan pembelian, kesan perubahan daripada pelbagai pembekal kepada pembekal yang terpilih sahaja dan apa yang boleh dilakukan oleh jabatan pembelian untuk melaksanakan penghantaran-penghantaran JIT.

(100 marks/markah)

- Q3. ABC Sdn. Bhd. is a manufacturing company that produces various automotive parts for the OEM. The Company has the capability in fabricating components such as gears, bolts and nuts. It also has the capability in doing assembly work such as power windows and dashboard. The company is aspiring for increased growth and expansion. The Company does posses innovative ideas for their business but requiring help presenting their ideas in a professional manner for future opportunity. You are a group of consultants that need to develop a sound strategy to assist a company to achieve the following goals:**

- (i) Identify opportunities for expansion and growth for the next 5 years**
- (ii) Assist the company to build the customer base and attain the capital investment required for growth**
- (iii) Assist the company gaining a strategic advantage over their competitors**

How would you go about helping the company in achieving the above goals?

ABC Sdn. Bhd. ialah sebuah syarikat perkilangan yang menghasilkan pelbagai bahagian automotif untuk OEM. Syarikat mempunyai keupayaan dalam menghasilkan komponen-komponen seperti gear, nat dan bolt. Ia juga mempunyai keupayaan dalam melakukan kerja pemasangan seperti komponen cermin dan papan pemuka. Syarikat berhasrat untuk meningkatkan dan mengembangkan pertumbuhan syarikat. Syarikat tersebut mempunyai idea yang inovatif untuk perniagaan mereka tetapi memerlukan bantuan membentangkan idea-idea mereka pada satu tahap profesional untuk peluang akan datang. Anda adalah sekumpulan pakar yang perlu membangunkan satu strategi yang baik untuk membantu syarikat untuk mencapai matlamat berikut:

- (i) Mengenalpasti peluang-peluang untuk pengembangan dan pertumbuhan untuk 5 tahun akan datang
- (ii) Membantu syarikat untuk membina pangkalan pelanggan dan mencapai pelaburan modal yang diperlukan untuk pertumbuhan
- (iii) Membantu syarikat memperoleh satu kelebihan strategik di atas pesaing-pesaing mereka.

Bagaimanakah anda dapat membantu syarikat dalam mencapai matlamat-matlamat di atas?

(100 marks/markah)

Q4. [a] A company has prepared the data listed in Table Q4[a] on repair parts which have to be kept as inventories.

- (i) **Perform ABC analysis on the data.**
- (ii) **Briefly explain how the inventories of these products should be cared.**

Table Q4[a] Repair parts information
Jadual S4[a] maklumat mengenai alat-alat ganti

Part	Annual Demand	Unit Cost
R11	250	\$250
S22	75	\$90
T33	20	\$60
U44	150	\$150
V55	100	\$75

Sebuah syarikat telah menyediakan data dalam Jadual S4[a] mengenai alat-alat ganti yang perlu disimpan sebagai inventori-inventori.

- (i) Jalankan analisis ABC pada data.
- (ii) Terang dengan ringkas bagaimana inventori-inventori produk harus diberi perhatian.

(50 marks/markah)

- [b]** A large department store sells 175 units product K per month. The unit cost of K is RM2.50 and the ordering cost has been estimated to be RM12.00. The store uses an inventory carrying charge of 27% per year. Determine the optimal order quantity, order frequency, and the annual cost of inventory management. The ordering cost can be cut to RM4.00, through automation of the purchasing process. Explain the significance of such cutting to economic order quantity, order frequency, and annual inventory management cost.

Sebuah kedai besar menjual 175 unit produk K setiap bulan. Kos unit K ialah RM2.50 dan kos pemesanan telah dianggarkan sebanyak RM12.00. Kedai berkenaan menggunakan caj simpanan inventori 27% setiap tahun. Tentukan kuantiti pesanan optimum, frekuensi pemesanan dan kos pengurusan inventori tahunan. Kos pemesanan boleh dipotong sehingga RM4.00, melalui automasi proses pembelian. Jelaskan kepentingan pemotongan sedemikian pada kuantiti pesanan ekonomi, frekuensi pemesanan, dan kos pengurusan inventori tahunan.

(50 marks/markah)

- Q5. [a]** Identify Ohno's Seven Wastes. Provide an example on a situation where two wastes are mutually contradictory and recommend the best method to solve it.

Kenalpasti tujuh bahan-bahan buangan Ohno. Berikan satu contoh mengenai satu keadaan di mana dua bahan-bahan buangan saling bertentangan dan cadangkan kaedah terbaik untuk menyelesaikannya.

(40 marks/markah)

- [b]** XYZ company produces product A, product B and product C. Information regarding the products such as the lead times and current quantities in stock are listed in Table Q5[b]i.

Syarikat XYZ menghasilkan produk A, B dan C. Maklumat mengenai produk seperti masa yang diperlukan untuk pemprosesan dan jumlah stok semasa bagi produk-produk berkenaan disenaraikan dalam Jadual S5[b]i.

Table Q5[b]i Products manufacturing information
Jadual S5[b]i Maklumat mengenai pemprosesan produk

Products	Bill of materials	Lead times (Weeks)	Units in stock	Lot-sizing techniques
A	Is made up of 5 units of C	2	40	Lot-for-lot
B	Is made up of two units of C and four units of A	1	20	Lot-for-lot
C	Independent product without any component	2	30	EOQ=100 Multiplier=100

Table Q5[b]ii Customer demand on products
Jadual S5[b]ii Permintaan pelanggan terhadap produk-produk

<i>Product</i>	<i>Quantity</i>	<i>Week to deliver</i>
C	50	5
A	100	7
C	50	7
C	50	8
B	50	10

Construct a net materials requirements plan for the manufacturer of A, B and C based on the customer demand in Table Q5[b]ii:

Binakan satu rancangan baki keperluan bahan untuk mengeluarkan produk-produk mengikut permintaan pelanggan seperti dalam Jadual S5[b]ii.

(60 marks/markah)

Q6. Evaluate the implications of Toyota history and Japanese culture in developing the essence of Toyota Production System (TPS).

Nilaikan implikasi-implikasi sejarah Toyota dan budaya Jepun dalam memajukan intipati Toyota Production System (TPS).

(100 marks/markah)

-00000000-

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2010/2011 Academic Session

April /May 2011

EPP 212/3 – Advanced Manufacturing Technology
[Teknologi Pembuatan Termaju]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:

ARAHAN KEPADA CALON:

Please check that this paper contains **FIVE (5)** printed pages and **FIVE (5)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LIMA (5)** mukasurat bercetak dan **LIMA (5)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **ALL** questions.

*Jawab **SEMUA** soalan.*

You may answer the questions all in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.

*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin from a new page.

Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.

- Q1. [a] Explain the importance of stiffness and damping of machine tools. Describe how are they being implemented in machine design.**

Terangkan kepentingan kekukuhan dan redaman pada mesin alat. Jelaskan bagaimanakah ia dilaksanakan dalam rekabentuk mesin.

(30 marks/markah)

- [b] What are the advantages and disadvantages of (a) welded steel frames (b) bolted steel frames, and (c) adhesively bonded component of machine tools? Explain.**

Apakah kelebihan dan kekurangan (a) kerangka besi terkimpal (b) kerangka besi menggunakan 'bolt' dan (c) komponen yang tercantum menggunakan perekat untuk mesin alat. Terangkan.

(40 marks/markah)

- [c] If you were the chief design engineer in charge of the design of advanced machining and turning centers, what changes and improvements would you recommend on existing model. Explain.**

Jika anda adalah ketua jurutera rekabentuk yang bertanggungjawab ke atas rekabentuk permesinan termaju dan pusat putaran, apakah perubahan dan pembaharuan yang anda akan cadangkan ke atas model mesin yang sedia ada. Terangkan.

(30 marks/markah)

- Q2. [a] What are the capabilities of wire electro-discharge machining (EDM)? Could this process be used to make tapered parts? Explain.**

Apakah keupayaan EDM wayar? Bolehkah proses ini digunakan untuk menghasilkan komponen tirus? Terangkan.

(30 marks/markah)

- [b] Which of the advanced machining processes would cause thermal damage? What is the consequence of such damage to workpieces?**

Permesinan termaju jenis manakah yang boleh menyebabkan kerosakan oleh sebab kepanasan suhu. Apakah akibat kesan tersebut terhadap bahan kerja?

(30 marks/markah)

- [c] **Precision engineering is a term that is used to describe manufacturing high-quality parts with close dimensional tolerances and a good surface finish. Based on their process capabilities, make a list of advanced machining processes with decreasing order of the quality parts produced. Comment on your observations.**

Kejuruteraan Jitu digunakan untuk menerangkan maksud pembuatan produk yang berkualiti tinggi dengan toleran yang ketat dan kemasan permukaan yang bagus. Berdasarkan keupayaan proses, buat senarai proses pembuatan termaju di mana kualiti produk yang dikeluarkan dalam susunan menurun. Komen pemerhatian anda.

(40 marks/markah)

- Q3. [a] Discuss FIVE (5) situations when CNC machining is the best option compared to traditional machining.**

Bincangkan LIMA (5) keadaan di mana pemesinan CNC adalah pilihan terbaik berbanding dengan pemesinan tradisional.

(30 marks/markah)

- [b] Using simple sketch, label the coordinate system for the HEIDENHEIN DMU 40 milling machine and the OKUMA LB15C lathe machine.**

Menggunakan lakaran mudah, labelkan sistem kordinat untuk mesin pemiliran HEIDENHEIN DMU 40 dan mesin larik OKUMA LB15C

(30 marks/markah)

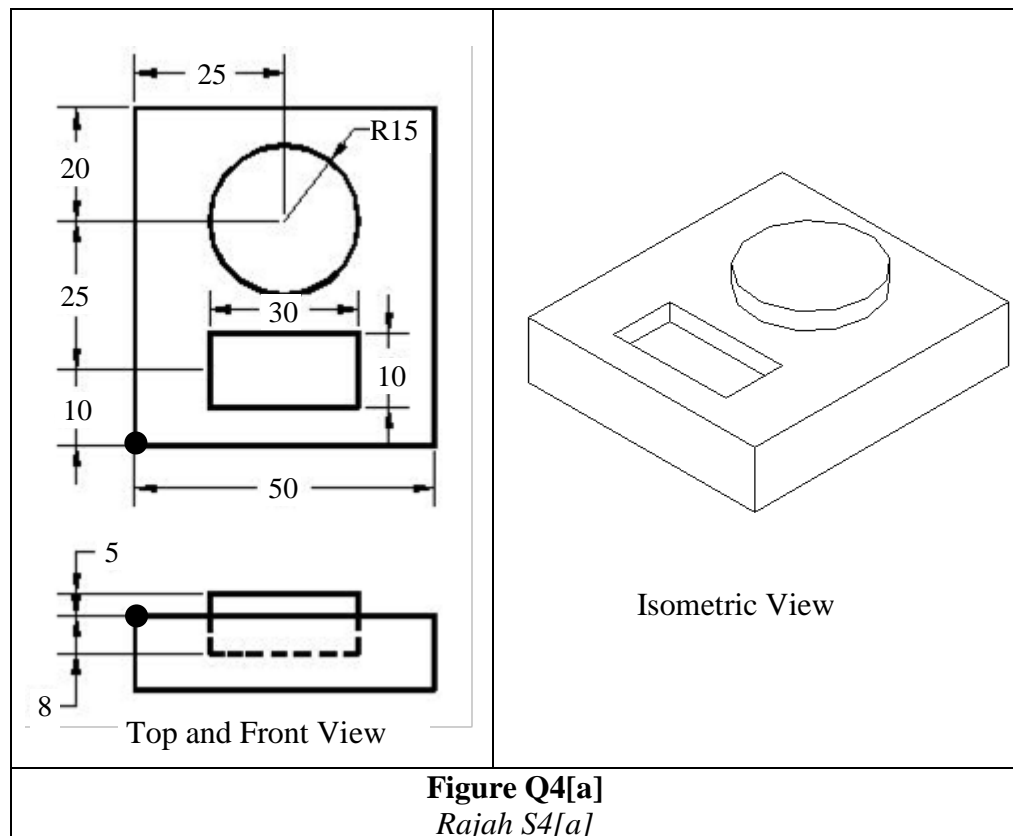
- [c] Using sketches, illustrate the following terms: tool length compensation, tool path compensation and relative tool movement. Give the appropriate G codes for tool path compensation.**

Menggunakan lakaran, ilustrasikan istilah berikut: pampasan panjang mata alat, pampasan laluan mata alat dan pergerakan relatif mata alat. Berikan kod-kod G untuk pampasan laluan mata alat.

(40 marks/markah)

- Q4. [a] Write a complete CNC program for producing the component as shown in Figure Q4[a]. Use the L codes that are appropriate to the Heidenhein iTNC 530 controller. All dimensions are in millimeter. For your CNC program, use the workpiece datum as indicated in the drawing.**

Tuliskan satu aturcara CNC yang lengkap untuk menghasilkan komponen seperti ditunjukkan dalam Rajah S4[a]. Gunakan kod-kod L yang sesuai untuk pengawal Heidenhein iTNC 530. Semua dimensi adalah dalam millimeter. Untuk aturcara CNC anda, gunakan asalan bahan kerja seperti ditunjukkan dalam lukisan komponen.



(50 marks/markah)

- [b] Using G-codes, write an equivalent program for the part in [a] and explain each block of the program.**

Menggunakan kod G, tuliskan satu aturcara yang setara untuk komponen di bahagian [a] dan jelaskan setiap blok aturcara tersebut.

(50 marks/markah)

- Q5. [a] Compare between Stereolithography Apparatus (SLA) and 3D printer in terms of their performance and suitability for engineering, medical and household product prototypes.**

Bandingkan antara Stereolithography (SLA) dan pencetak 3D dari segi prestasi dan kesesuaian bagi penghasilan prototaip untuk kejuruteraan, perubatan dan barang keperluan rumah.

(40 marks/markah)

- [b] A valuable and fragile artifact was found at an archeological site. The artifact is to be studied and needs to be produced from plastic materials in small quantity. Suggest how this is to be done.**

Satu artifak berharga dan mudah pecah telah ditemui di satu tapak arkeologi. Artifak tersebut akan dikaji dan untuk itu ia perlu dihasilkan daripada bahan plastik dalam kuantiti yang sedikit. Cadangkan bagaimana ini boleh dilakukan.

(40 marks/markah)

- [c] Discuss the advantages and limitations of soft tooling for mass production.**

Bincangkan kelebihan dan batasan alatan lembut untuk pengeluaran besar-besaran.

(20 marks/markah)